

明 細 書

光ディスク媒体への光記録方法および光記録装置

技術分野

[0001] 本発明は、光ディスク媒体にレーザ光を照射してマークを形成することによって情報を記録する光記録方法と光ディスク記録装置に関する。

背景技術

[0002] DVD-RAMなどの光ディスクは、レーザ光を照射し加熱時のレーザパワーを制御することにより記録膜の冷却速度を変化させて、記録膜上にアモルファス領域のマークを形成した相変化ディスクである。これらの光ディスク媒体において記録再生時の情報転送速度を向上させるためには、記録線密度を上昇させるか、光スポットによる記録媒体の走査速度を上昇させる方法がある。記録線密度を上昇させるにはマーク、スペース長そのものを縮小するほかに、マーク長、スペース長の変化の刻みを短くしてマークエッジ位置を検出する時間幅を狭くとる方法がある。しかし、記録線密度を上昇させる方法では再生信号におけるS/N比が問題となり、大幅な記録線密度上昇は望めない。

[0003] 記録密度を高めるために、記録するマーク、スペースの長さを短くする場合、特にスペース長が小さくなると、記録したマークの終端の熱がスペース部分を伝導して次のマークの始端の温度上昇に影響を与えたり、逆に次に記録したマークの始端の熱が前のマークの終端の冷却過程に影響を与えたりする熱干渉が生じる。従来の記録方法で熱干渉が生じると、マークエッジ位置が変動することになり、再生時の誤り率が増加するという問題があった。

[0004] また、ディスク上に正確な長さのマークおよびスペースが形成されていても、光スポットのサイズで決まる再生光学系の周波数特性が原因で再生時に検出される短いマークおよびスペースのエッジ位置が、理想値と異なって再生されるという問題が発生する。この検出エッジと理想値とのずれを一般に符号間干渉という。マークおよびスペースのサイズが光スポットに比べて小さくなると符号間干渉が顕著になり再生時のジッタを増大させて誤り率を増加するという問題があった。

[0005] そこで、レーザパワーを2値で駆動し、マークの始端部分の位置を記録するマーク長およびその前のスペース長に応じて変化させ、マークの終端部分の位置を記録するマーク長およびその後のスペース長に応じて変化させて記録する方法が開示されている(例えば、特許文献1参照。)。これによって、高密度記録時のマーク間の熱干渉および再生時の周波数特性による符号間干渉の発生を補償している。

[0006] また、レーザパワーを3値以上で駆動し、マークの始端部分の位置を記録するマーク長に応じて変化させ、マークの終端部分の位置を記録するマーク長に応じて変化させて記録する方法が開示されている(例えば、特許文献2参照。)。これによって、高密度記録時のマーク間の熱干渉および再生時の周波数特性による符号間干渉の発生を補償している。この場合、マーク終端部の終端位置を冷却パルスの幅を変えることで制御する方法が開示されている。

[0007] 図13(a)～図13(f)は、従来発明装置における記録符号列のマーク、スペースと、それを記録する記録波形発生動作の一例を説明する図である。

[0008] 図13(a)は、記録動作の時間基準となる基準時間信号128であり、Twの周期である。図13(b)は、記録データを符号器113でNRZI変換した結果の記録符号列126を表している。また、Twは検出窓幅でもあり、記録符号列126におけるマーク長およびスペース長の基本単位である。図13(c)は、光ディスク上に実際に記録されるマークとスペースのイメージを示したものであり、レーザ光のスポットは図13(c)を左から右へ走査する。マーク301は記録符号列126中の”1”レベルに1対1で対応しており、その期間に比例した長さで形成される。図13(d)は、カウント信号205であり、マーク301およびスペース302の先頭からの時間をTw単位で計時する。

[0009] 図13(f)は、図13(b)の記録符号列126に対応した従来装置における記録波形の一例である。これらの記録波形303は、カウント信号205と記録符号列126とを参照して生成される。

[0010] 図14(a)～(f)は、従来装置における記録符号列のマーク、スペースと、それを記録する記録波形発生動作の一例を説明する図である。図14(a)は、記録動作の時間基準となる基準時間信号128であり、Twの周期である。図14(b)は、記録データを符号器113でNRZI変換した結果の記録符号列126を表している。またTwは検出

窓幅でもあり、記録符号列126におけるマーク長およびスペース長の基本単位である。図14(c)～(f)は、2T～5Tのマーク長のマークの記録マーク形成時の記録パルス信号125の波形を示すタイミングチャートである。記録パルス信号125は、レベル変調されており、図14(c)の場合、最も高いレベルであるピークパワー(P_w)、中間レベルのイレーズパワー(P_e)、最も低いレベルであるボトムパワー(レベル(P_b)の3値で変調されている。

[0011] 従来の記録補償では、上述したように各先頭パルスの開始位置を基準時間信号からのシフトさせる量 dT_{top} を記録するマークのマーク長ごとに対応させて変化させて、記録するマークの始端位置を変化させている。また、冷却パルスの終了位置の基準時間信号からのシフト量 dTe を記録するマークのマーク長ごとに対応させて変化させて、記録するマークの後端位置を変化させている。

[0012] 特許文献1:特許第2679596号公報

特許文献2:特開2004-185796号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0013] 上記第1の従来技術では、パワーを2値で変調するために、相変化型ディスクのように加熱部分の冷却速度によってマークの形成を制御する媒体に対してマルチ・パルス記録を行う場合には、加熱部分が十分に冷却されないうちに次の光パルスが照射されるため、正常なマーク形成が不可能となる。すなわち熱量の投入量が過大となりマーク形状が、涙型になり正しいマークが形成されないという問題があった。

[0014] また、マーク形成の過程で、微小なマークを形成する場合、最も短いマーク長の符号間干渉が増大する。これについて、再生光学系の周波数特性を補正するために電気的な周波数補正回路(イコライザ)を用いて、符号間干渉を低減することができるが、特に微小なマーク形成時にイコライザのブースト値が増大する。このようにイコライザのブースト値を増大させて、再生系の符号間干渉を取り除くと、高周波領域のノイズ成分を持ち上げるため、良好なジッタが得られなかつた。

[0015] また、上記第2の従来技術では、マーク終端エッジを補償する際に、クーリングパルスと呼ばれる冷却パルスの後端位置を制御することによって、マーク終端部の再結晶

化を促すことで記録マークの終端位置を制御していた。

[0016] しかし、例えば無機材料を用いた追記型の光記録媒体の場合、マークの形成が、不可逆特性なため、記録膜の再結晶化の過程を経ないため、冷却パルスの幅を制御することによってマーク終端位置を制御できない媒体がある。そのような媒体では、マークの終端位置のジッタが増大して、再生信号の誤り率を増大させる原因となった。

[0017] 以上説明した通り、上記の各従来技術では高密度記録時に、マークを十分な精度で形成することができず、結果として十分な記録面密度と信頼性を実現することができなかつた。

[0018] そこで、本発明の目的は、様々な光ディスク媒体について熱干渉や符号間干渉を精密に補償して記録できる光記録方法及び光記録装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0019] 本発明に係る光記録方法は、光ディスク媒体にレーザ光を複数段のパワーで切り替えて変調した記録パルス列を照射してマークを形成し、前記マーク及びマーク間のスペースのエッジ位置情報として情報を記録する光記録方法であって、記録データを符号化してマーク及びスペースの組み合わせである符号化データを作成するステップと、

前記符号化データのうち、前記マークについて、そのマーク長と前後のスペース長との組み合わせによって分類するステップと、

前記マークを形成するための記録パルス列の端部から2番目のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させて前記記録パルス列を制御するステップと、前記記録パルス列を光ディスク媒体に照射して前記マークを形成するステップとを含むことを特徴とする。

[0020] 本発明に係る光記録装置は、光ディスク媒体にレーザ光を複数段のパワーで切り替えて変調した記録パルス列を照射してマークを形成し、前記マーク及びマーク間のスペースのエッジ位置情報として情報を記録する光記録装置であって、記録データを符号化してマーク及びスペースの組み合わせである符号化データを作成する符号化手段と、

前記符号化データのうち、前記マークについて、そのマーク長と前後のスペース長との組み合わせによって分類する分類手段と、

前記マークを形成するための記録パルス列の端部から2番目のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させた記録パルス列を作成する記録波形発生手段と、

前記記録パルス列を光ディスク媒体に照射して前記マークを形成するレーザ駆動手段と

を含むことを特徴とする。

発明の効果

[0021] 以上説明したように、本発明に係る光記録方法によれば、記録する各マークについてそのマーク長とその前後のスペース長によって分類しておき、各マークを記録する記録パルス列の端部から2番目のパルスエッジの位置を上記分類結果に応じてエッジ変化量 dT_{F2} 又は/及び dT_{E2} だけ変化させて記録パルス信号を制御している。これによって、光ディスク媒体に形成するマークの始端位置又は後端位置を精密に制御することができる。さらに、記録するマークのマーク長だけでなく前後のスペース長に応じてパルスエッジを制御するので、符号間干渉を考慮して、マークの始端位置や後端位置をさらに精密に制御できる。これにより記録/再生動作の高信頼化が図られ、同時に情報記録装置および記録媒体の小型化が実現できる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の実施の形態1に係る光記録装置の構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の実施の形態1に係る光記録方法におけるタイミングチャートである。

[図3]本発明の実施の形態1に係る光記録方法におけるマーク長と記録パルス列の記録波形との関係を示すタイミングチャートである。

[図4]本発明の実施の形態1に係る光記録方法における記録パルス列の制御の例を示す図である。

[図5]本発明の実施の形態1に係る光記録方法における記録パルス列の制御の他の例を示す図である。

[図6]本発明の実施の形態1に係る光記録方法における記録パルス列の制御のさら

に他の例を示す図である。

[図7]本発明の実施の形態1に係る光記録方法のフローチャートである。

[図8]本発明の実施の形態1に係る光記録方法における記録補償テーブルを作成する方法のフローチャートである。

[図9]本発明の実施の形態2に係る光記録方法におけるマーク長と記録パルス列の波形との関係を示すタイミングチャートである。

[図10]本発明の実施の形態3に係る光記録方法におけるマーク長と記録パルス列の波形との関係を示すタイミングチャートである。

[図11]本発明の実施の形態4に係る再生方法における再生信号波形を示す概略図である。

[図12]本発明の実施の形態4に係る再生方法における波形等化特性を示す図である。

[図13]従来技術の光記録方法におけるタイミングチャートである。

[図14]従来技術の光記録方法におけるマーク長と記録パルス列の記録波形との関係を示すタイミングチャートである。

符号の説明

- [0023] 110 レーザ
- 111 レーザ駆動回路
- 112 記録波形発生回路
- 113 符号器
- 117 光ディスク
- 119 基準時間発生器
- 122 再生データ
- 126 記録符号列
- 127 記録データ
- 128 基準時間信号
- 200 カウンタ
- 201 分類器

202 記録波形テーブル

204 分類信号

発明を実施するための最良の形態

[0024] 以下、本発明の実施の形態を説明する。本実施の形態では記録媒体として相変化光ディスクを例にとって説明するが、これは記録媒体を特に限定するものではなく、記録媒体にエネルギーを注入して未記録部とは物理的性質の異なるマークを形成することによって情報を記録する記録媒体に共通の技術である。

[0025] (実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係る光記録再生装置の構成を示すブロック図である。この光記録再生装置は、記録系として、符号器113と、基準時間発生器119と、カウンタ200と、分類器201と、記録波形発生器112と、記録補償器118と、レーザ駆動回路111と、パワー設定器114と、レーザ100と、対物レンズ116等の光学系とを備える。また、この光記録再生装置は、再生系として、検出レンズ106等の光学系と、光検出器100と、プリアンプ101と、波形等化器103と、2値化器104と、復号器105と、再生シフト測定器170とを備える。なお、上記光学系には、対物レンズ116、検出レンズ106の他、コリメート・レンズ109、ハーフ・ミラー108を含む。

[0026] まず、この光記録再生装置の各構成部材について説明する。

符号器113では、記録される記録データ127を、光ディスク117上に形成されるマーク及びスペースのマーク長・スペース長およびその先頭位置情報である記録符号列(NRZI)126に変換する。記録符号列126は、分類器201と記録波形発生器112およびカウンタ200に伝達される。

[0027] 分類器201では、記録符号列126の各マークについて、そのマーク長(符号長)および前後のスペース長によって所定の規則にしたがって分類する。分類器201は、その結果を分類信号204として記録波形発生器112に入力する。

[0028] カウンタ200は、記録符号列126を参照し、基準時間発生器119の発生する基準時間信号128を単位としてマーク先頭位置からの時間を計時し、カウント信号205を生成する。なお、符号器113、記録波形発生器112は、それぞれ基準時間信号128に同期して動作する。基準時間信号128は、ディスク117上のウォブルから読み出さ

れた信号にPLLをかけて同期した信号から生成される。

[0029] 記録補償器118は、ディスク上の特定の領域にあらかじめ記録されている情報を読み出し、各マーク長および前後のスペース長に応じて記録波形発生器で発生させる各記録パルス波形のパルス位置移動量である記録補償テーブルデータを保持しており、記録補償テーブルデータを記録波形発生器に送出する。

[0030] 記録波形発生器112は、NRZI系列、分類信号、および記録補償テーブルデータに応じてパルス状の波形を時間軸上で補償する。これによって、記録波形に対応した記録パルス信号125に変換される。記録パルス信号125は、レーザパワーレベルに応じて3段階のレベルで構成されている。

[0031] 記録補償器118は、後述するように記録パルス信号125の端部から2番目のパルスエッジの位置を変化させるエッジ変化量 dT_{F2} 及び/又は dT_{E2} に関する記録補償テーブルを格納している。記録補償器118は、この記録補償テーブルを記録波形発生器112に送出し、上記分類信号に応じて各マーク長のパルスが分類され各記録パルスの位置および幅が補償された記録パルス信号125としてレーザ駆動回路に送出される。

[0032] レーザ駆動回路111では、パワー設定器114で設定されたパワーレベルで前記記録パルス信号125の3つのレベル(P_w 、 P_e 、 P_b)のそれぞれに応じたレーザパワーを設定し、レーザ駆動電流124によりレーザ110を駆動し光ディスク117上にパルス状の光を照射して記録マークを形成する。

[0033] 次に、この光記録再生装置の記録系における光ディスク117への情報の記録方法について説明する。

記録パルス信号125は、レーザ駆動回路111に送出される。レーザ駆動回路111では、記録パルス信号125と、パワー設定器114で設定されたパワーとを参照して、記録パルス信号125のレベルに応じてレーザ駆動電流124を発生し、レーザ110を記録パルス信号125の所定の記録波形にしたがって発光させる。レーザ110から放出されたレーザ光123は、コリメート・レンズ109、ハーフ・ミラー108、対物レンズ116を通って光ディスク117上に集光され、記録膜を加熱してマーク、スペースを形成する。

[0034] 次に、この光記録再生装置の再生系における再生方法について説明する。

情報の再生時には、記録されたマークを破壊しない程度の低いパワーレベルのレーザ光123で光ディスク117上のマーク列を走査する。光ディスク117からの反射光は、対物レンズ116、ハーフ・ミラー108を通って、検出レンズ106に入射する。レーザ光は検出レンズ106を通って光検出器100上に集光される。集光された光は、光検出器100上の光強度分布の強弱に応じて、電気信号に変換される。電気信号は、各々の光検出器100に設けられたプリアンプ101によって増幅され、光ディスク117上の走査位置におけるマークの有無に対応した再生信号120となる。再生信号120は、波形等化器103によって波形等化処理を受け、さらに2値化器104において”0”又は”1”の2値のデータにされPLLによって同期がかけられて2値化再生信号121に変換される。さらに復号器105は、この2値化再生信号121に対して符号器113の逆変換を施して再生データ122を生成する。

[0035] ここで、例えば、基準時間信号の周波数は、66MHz、Twは約15nsecである。ディスクは、線速度一定の4.92m/secで回転させる。レーザ光には、波長405nmの半導体レーザを用いる。対物レンズのNAは、0.85である。光ディスク媒体117としては、情報を記録できる記録面が单層の单層ディスクであってもよく、あるいは、情報を記録できる記録面が片側読み取り2層の2層ディスクであってもよい。また、光ディスク媒体117は、相変化記録材料を用いた書き換え型の光ディスク媒体の他に、1度だけ追記できるライトワنس型の光ディスク媒体であってもよい。符号化方式は、(1、7)変調のほかに17PP変調、8-16変調でもかまわない。(1、7)変調および17PP変調では最短の符号長は2Twである。8-16変調の場合は、最短の符号長は3Twとなるが、この場合、(1、7)変調を用いた本実施の形態に符号長を1足した例としてもよい。

[0036] 図2(a)～(f)は、この光記録再生装置における記録符号列のマーク、スペースと、それを記録する記録波形発生動作の一例を説明する図である。

[0037] 図2(a)は、記録動作の時間基準となる基準時間信号128であり、Twの周期である。図2(b)は、記録データを符号器113でNRZI変換した結果の記録符号列126を表している。ここでTwは検出窓幅であり、記録符号列126におけるマーク長およびスペ

ース長の変化量の最小単位である。図2(c)は、光ディスク上に実際に記録されるマークとスペースのイメージを示したもので、レーザ光のスポットは、図2(c)を左から右へ走査する。マーク301は、記録符号列126中の”1”レベルに1対1で対応しており、その期間に比例した長さで形成される。図2(d)は、カウント信号205であり、マーク301およびスペース302の先頭からの時間をTw単位で計時する。

[0038] 図2(e)は、この記録再生装置における分類信号204の模式図であり、本例では各マークのマーク長の値と、各マークの前後のスペース長との3つの値の組み合わせによって分類している。例えば、図2(e)において「4-5-2」とは、マーク長が5Twのマークについて、その直前のスペース長が4Tw、その直後のマーク長が2Twであることを表している。なお、wを省略してそれぞれ4T、2Tとする場合がある。また、スペース長については4Ts、マーク長については2Tmとする場合がある。

[0039] 図2(f)は、図2(b)の記録符号列126に対応した記録パルス信号であり、実際に記録される光波形の一例である。これらの記録パルス信号125は、カウント信号205、記録符号列126、分類信号204および記録補償器118から送出される記録補償テーブルデータを参照して生成される。

[0040] 次に、この光記録再生装置における記録補償方法について説明する。

図3(a)～(f)は、マークのマーク長と記録パルス信号125の記録波形との関係を示す概略図である。図3(a)は、記録動作の時間基準となる基準時間信号128であり、Twの周期である。図3(b)は、カウンタ200によって発生するカウント信号205であり、マーク先頭からの時間を基準時間信号128の基準時間Tw単位で計時する。カウント信号が0に移行するタイミングはマークもしくはスペースの先頭に対応する。図3(c)～(f)は、記録マーク形成時の記録パルス信号125である。記録パルス信号125は、レベル変調されており、最も高いレベルであるピーカパワー(Pw)、中間レベルのイレーズパワー(Pe)、最も低いレベルであるボトムパワーレベル(Pb)の3値で変調されている。また、最終パルスの後、冷却パルスがボトムパワーレベルで形成される。

[0041] ただし、ここではパワーレベルを3値変調としたが、最終パルスの後の冷却パルスのボトムパワーレベルと中間パルスの間のボトムパワーレベルとを互いに異なるレベルとして、合計4値のパワー変調としてもよい。また、図3ではボトムパワーレベルをイレ

ーズパワー・レベルよりも低いパワー・レベルとしているが、イレーズ・パワー・レベルとピーク・パワー・レベルの間のパワー・レベルでもよい。また、図3(c)～(f)では、4Twマークの記録パルス信号は中間パルスが1つであるが、5Tw、6Twとマーク長(符号長)が1Twずつ長くなるとそれに応じて中間パルスの個数が1つずつ増えていく。

[0042] この記録補償(適応補償)では、各マークについてそのマーク長とその前後のスペース長によって分類しておき、各マークを記録する記録パルス列の端部から2番目のパルスエッジの位置を上記分類結果に応じてエッジ変化量 dT_{F2} 又は/及び dT_{E2} だけ変化させて記録パルス信号を制御し、光ディスク媒体に形成するマークの始端位置又は後端位置を精密に制御することができる。従来のように記録パルス列の始端 dT_{top} や後端 dTe の位置を変化させる場合にはマークの始端位置や後端位置が大きく変化してしまうため、精密に制御することができなかつた。上記のように、記録パルス信号の端部から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量 dT_{F2} 又は/及び dT_{E2} 分だけ変化させることによってマークの始端位置や後端位置をより精密に制御できる。さらに、記録するマークのマーク長だけでなく前後のスペース長に応じてパルスエッジを制御するので、符号間干渉を考慮して、マークの始端位置や後端位置をさらに精密に制御できる。

[0043] この光記録方法における記録補償方法について、図7のフローチャートを用いて説明する。

(a)まず、記録データを符号化してマーク及びスペースの組み合わせである符号化データを作成する(S01)。この符号化データとしては、図2の(b)の記録符号列126が対応する。

(b)マークについて、そのマーク長と前後のスペース長との組み合わせとして分類する(S02)。図2の(e)では、2Tマークについては「2-2-3」であり、3Tマークについては「3-3-4」であり、5Tマークについては「4-5-2」であり、6Tマークについては「2-6-2」である。それぞれ、「前スペース長」、「マーク長」、「後スペース長」の順で組み合わせている。

(c)マークを形成するための記録パルス列の端部から2番目のパルスエッジの位置を

分類結果に対応して変化させて記録パルス列を制御する(S03)。例えば、図3の(c)では、始端から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量 dT_{F2} だけ変化させる。

図3(d)では、始端から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量 dT_{F2} 又は／及び後端から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量 dT_{E2} だけ変化させる。

(d)記録パルス列を光ディスク媒体117に照射してマークを形成する(S04)。

[0044] 図4(a)～(d)は、マーク長が4Tのマーク301を記録する場合に、記録パルス列の始端から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量 dT_{F2} だけ変化させる場合について示す概略図である。図4(a)は、記録動作の時間基準となる基準時間信号128であり、図4(b)はカウンタ200によって発生するカウント信号205である。図4(c)は、記録パルス列125であり、始端から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量 dT_{F2} だけ変化させている。図4(d)は、図4(c)の記録パルス列によって記録されたマーク長4Tのマーク301のイメージを示す図であり、その始端位置を精密に制御できることを示している。このエッジ変化量 dT_{F2} は、下記の表1に示すように、記録するマークのマーク長及び前スペース長によって分類した結果に基づいて規定されている。

[0045] [表1]

dT_{F2}		マーク長		
		2T	3T	$>= 4T$
前スペース長	2T	a 1	a 2	a 3
	3T	a 4	a 5	a 6
	4T	a 7	a 8	a 9
	$>= 5T$	a 10	a 11	a 12

[0046] このエッジ変化量 dT_{F2} は、記録するマークのマーク長について、2T、3T、4T以上の3通りと、前スペース長について、2T、3T、4T、5T以上の4通りのそれぞれについて合計 $3 \times 4 = 12$ 通り(a1～a12)に分類して規定している。なお、ここでは、エッジ変化量 dT_{F2} について、マーク長について3通り、前スペース長について4通りの合計12通りに分類しているが、この場合に限定されるものではない。例えば、マーク長についても4通りにして全体で16通りに分類してもよい。あるいはマーク長について2通り、5通り、又はそれ以上としてもよく、前スペース長について2通り、3通り、5通り、又はそれ以上としてもよい。このエッジ変化量 dT_{F2} は、例えば、a1=5nsecのように絶対

時間で規定してもよく、あるいは基準時間信号に基づいて $T_w/16$ の整数倍の値のように規定してもよい。

[0047] 上述のように、記録パルス信号の始端から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量 dT_{F2} 分だけ変化させることによってマークの始端位置をより精密に制御できる。さらに、記録するマークのマーク長だけでなく前スペース長に応じてパルスエッジを制御するので、符号間干渉を考慮して、マーク301の始端位置をさらに精密に制御できる。

[0048] 図5(a)～(d)は、マーク長が4Tのマーク301を記録する場合に、記録パルス列の後端から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量 dT_{E2} だけ変化させる場合について示す概略図である。図5(a)及び図5(b)は、図4(a)及び図4(b)と同じである。図5(c)は、記録パルス列125であり、後端から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量 dT_{E2} だけ変化させている。図5(d)は、図5(c)の記録パルス列によって記録されたマーク長4Tのマーク301のイメージを示す図であり、その後端位置を精密に制御できることを示している。このエッジ変化量 dT_{E2} は、下記の表2に示すように、記録するマークのマーク長及び後スペース長によって分類した結果に基づいて規定されている。

[0049] [表2]

dT_{E2}		マーク長		
		2T	3T	$>= 4T$
後スペース長	2T	b 1	b 2	b 3
	3T	b 4	b 5	b 6
	4T	b 7	b 8	b 9
	$>= 5T$	b 10	b 11	b 12

[0050] このエッジ変化量 dT_{E2} は、記録するマークのマーク長について、2T、3T、4T以上の3通りと、後スペース長について、2T、3T、4T、5T以上の4通りのそれぞれについて合計 $3 \times 4 = 12$ 通り(b1～b12)に分類して規定している。なお、ここでは、エッジ変化量 dT_{E2} について、マーク長について3通り、後スペース長について4通りの合計12通りに分類しているが、この場合に限定されるものではない。例えば、マーク長についても4通りにして全体で16通りに分類してもよい。あるいはマーク長について2通

り、5通り、又はそれ以上としてもよく、後スペース長について2通り、3通り、5通り、又はそれ以上としてもよい。このエッジ変化量dT_{E2}は、例えば、b4=6nsecのように絶対時間で規定してもよく、あるいは基準時間信号に基づいてTw/16の整数倍の値のように規定してもよい。

[0051] 上述のように、記録パルス信号の後端から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量dT_{E2}だけ変化させることによってマークの後端位置をより精密に制御できる。さらに、記録するマークのマーク長だけでなく後スペース長に応じてパルスエッジを制御するので、符号間干渉を考慮して、マーク301の後端位置をさらに精密に制御できる。

[0052] なお、2Tマークの記録パルスでは、図3のようにdT_{F2}、dT_{E2}が同一のパルスエッジ位置に重なっている。このように同一のパルスエッジ位置に2つのエッジ変化量が付与されている場合の設定方法について説明する。例えば、図2の(e)で、2Tマークの前後のスペース長がそれぞれ3Tと4Tである「3-2-4」という並びの場合、表1の「a4」と表2の「b7」とが選択される。この場合、「a4+b7」を2TマークのdT_{F2}及びdT_{E2}として設定する。以上のように組み合わせることによって、1つのパルスエッジに2つのエッジ変化量が付加されている場合、前スペースと後スペースの両方の組み合わせに応じてパルスエッジ位置を変化させることが可能である。

[0053] 図6(a)～(d)は、マーク長が4Tのマーク301を記録する場合に、記録パルス列の始端から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量dT_{F2}だけ変化させる場合(図4(c))、後端から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量dT_{E2}だけ変化させる場合(図5(c))に加えて、他のパルスエッジの位置を変化させる場合を示す概略図である。図6(a)及び図6(b)は、図4(a)及び図4(b)と同じである。図6(c)は、記録パルス列125であり、始端から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量dT_{F2}だけ変化させる場合、後端から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量dT_{E2}だけ変化させる場合、始端のパルスエッジの位置をエッジ変化量dT_{F1}だけ変化させる場合、後端のパルスエッジの位置をエッジ変化量dT_{E1}だけ変化させる場合、始端から3番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量dT_{F3}だけ変化させる場合、後端から3番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量dT_{E3}だけ変化させる場合、のそれぞれを合わせて

示している。図6(d)は、図6(c)の記録パルス列によって記録されたマーク長4Tのマーク301のイメージを示す図であり、その始端位置及び後端位置を精密に制御できることを示している。なお、上記エッジ変化量 dT_{F1} は、下記の表3に示すように、記録するマークのマーク長及び前スペース長によって分類した結果に基づいて規定されている。また、上記エッジ変化量 dT_{E1} は、下記の表4に示すように、記録するマークのマーク長及び後スペース長によって分類した結果に基づいて規定されている。さらに、上記エッジ変化量 dT_{F3} は、下記の表5に示すように、記録するマークのマーク長及び前スペース長によって分類した結果に基づいて規定されている。上記エッジ変化量 dT_{E3} は、下記の表6に示すように、記録するマークのマーク長及び後スペース長によって分類した結果に基づいて規定されている。

[0054] [表3]

dT_{F1}		マーク長		
		2T	3T	$\geq 4T$
前スペース長	2T	c 1	c 2	c 3
	3T	c 4	c 5	c 6
	4T	c 7	c 8	c 9
	$\geq 5T$	c 10	c 11	c 12

[0055] このエッジ変化量 dT_{F1} は、記録するマークのマーク長について、2T、3T、4T以上の3通りと、前スペース長について、2T、3T、4T、5T以上の4通りのそれぞれについて合計 $3 \times 4 = 12$ 通り(c1～c12)に分類して規定している。なお、ここでは、エッジ変化量 dT_{F1} について、マーク長について3通り、前スペース長について4通りの合計12通りに分類しているが、この場合に限定されるものではない。例えば、マーク長についても4通りにして全体で16通りに分類してもよい。あるいはマーク長について2通り、5通り、又はそれ以上としてもよく、前スペース長について1通り、2通り、3通り、5通り、又はそれ以上としてもよい。このエッジ変化量 dT_{F1} は、例えば、c6=5nsecのように絶対時間で規定してもよく、あるいは基準時間信号に基づいて $T_w/16$ の整数倍の値のように規定してもよい。

[0056] 上述のように、記録パルス信号の端部から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変

化量 dT_{F2} 又は／及び dT_{E2} 分だけ変化させると共に、始端のパルスエッジの位置をエッジ変化量 dT_{E1} だけ変化させることによって、マーク301の始端位置をある程度大きな単位で制御しながらも、より精密に制御できる。

[0057] [表4]

dT_{E1}		マーク長		
		2 T	3 T	$>= 4 T$
後スペース長	2 T	d 1	d 2	d 3
	3 T	d 4	d 5	d 6
	4 T	d 7	d 8	d 9
	$>= 5 T$	d 10	d 11	d 12

[0058] このエッジ変化量 dT_{E1} は、記録するマークのマーク長について、2T、3T、4T以上の3通りと、後スペース長について、2T、3T、4T、5T以上の4通りのそれぞれについて合計 $3 \times 4 = 12$ 通り (d1～d12) に分類して規定している。なお、ここでは、エッジ変化量 dT_{E1} について、マーク長について3通り、後スペース長について4通りの合計12通りに分類しているが、この場合に限定されるものではない。例えば、マーク長についても4通りにして全体で16通りに分類してもよい。あるいはマーク長について2通り、5通り、又はそれ以上としてもよく、後スペース長について1通り、2通り、3通り、5通り、又はそれ以上としてもよい。このエッジ変化量 dT_{E1} は、例えば、d5=6nsecのように絶対時間で規定してもよく、あるいは基準時間信号に基づいて $T_w / 16$ の整数倍の値のように規定してもよい。

[0059] 上述のように、記録パルス信号の端部から2番目のパルスエッジの位置をエッジ変化量 dT_{F2} 又は／及び dT_{E2} 分だけ変化させると共に、後端のパルスエッジの位置をエッジ変化量 dT_{E1} だけ変化させることによって、マーク301の後端位置をある程度大きな単位で制御しながらも、より精密に制御できる。

[0060] [表5]

d T_{F3}		マーク長	
		3 T	$>= 4 T$
前スペ ース長	2 T	e 1	e 2
	3 T	e 3	e 4
	4 T	e 5	e 6
	$>= 5 T$	e 7	e 8

[0061] このエッジ変化量 $d T_{F3}$ は、記録するマークのマーク長について、3T、4T以上の2通りと、前スペース長について、2T、3T、4T、5T以上の4通りのそれぞれについて合計 $2 \times 4 = 8$ 通り (e1～e8) に分類して規定している。なお、ここでは、エッジ変化量 $d T_{F3}$ について、マーク長について2通り、前スペース長について4通りの合計8通りに分類しているが、この場合に限定されるものではない。例えば、マーク長についても、さらに3T、4T、5T以上の3通りにして全体で12通りに分類してもよい。あるいはマーク長について4通り、5通り、又はそれ以上としてもよく、前スペース長について1通り、2通り、3通り、5通り、又はそれ以上としてもよい。あるいは一定のエッジ変化量としてもよい。このエッジ変化量 $d T_{F3}$ は、例えば、e8=6nsecのように絶対時間で規定してもよく、あるいは基準時間信号に基づいて $T_w / 16$ の整数倍の値のように規定してもよい。

[0062] [表6]

d T_{E3}		マーク長	
		3 T	$>= 4 T$
後スペ ース長	2 T	f 1	f 2
	3 T	f 3	f 4
	4 T	f 5	f 6
	$>= 5 T$	f 7	f 8

[0063] このエッジ変化量 $d T_{E3}$ は、記録するマークのマーク長について、3T、4T以上の2通りと、後スペース長について、2T、3T、4T、5T以上の4通りのそれぞれについて合計 $2 \times 4 = 8$ 通り (f1～f8) に分類して規定している。なお、ここでは、エッジ変化量 $d T_{E3}$ について、マーク長について2通り、後スペース長について4通りの合計8通りに分類しているが、この場合に限定されるものではない。例えば、マーク長についても、

さらに3T、4T、5T以上の3通りにして全体で12通りに分類してもよい。あるいはマーク長について4通り、5通り、又はそれ以上としてもよく、後スペース長について1通り、2通り、3通り、5通り、又はそれ以上としてもよい。あるいは一定のエッジ変化量としてもよい。このエッジ変化量 dT_{E3} は、例えば、 $f6 = 5\text{nsec}$ のように絶対時間で規定してもよく、あるいは基準時間信号に基づいて $T_w/16$ の整数倍の値のように規定してもよい。

[0064] また、上述のように各エッジ変化量について、表7～表10のように前後のスペース長の分類を2T、3T以上の2通りに簡略化してもよい。光ディスクにレーザ光を絞って高密度記録を行う場合には、最小の記録マーク及びスペースは光スポットと同じぐらい小さくなるため、光学的なMTFの影響により最短マークと最短スペースとに関する信号が符号間干渉をおこして正確なエッジ位置に記録もしくは再生できないことが起こる。そのため、最も短い2Tのスペース長とそれ以外のスペース長とに分けるだけで符号間干渉を考慮した十分な記録特性が得ることが可能な場合には、上記のように簡略化して分類することで、記録補償テーブルを簡便化できるので装置を簡略化できるというメリットがある。

[0065] [表7]

dT_{F2}		マーク長			
		2T	3T	4T	$\geq 5T$
前スペー ス長	2T	g 1	g 2	g 3	g 4
	$\geq 3T$	g 5	g 6	g 7	g 8

[0066] [表8]

dT_{E2}		マーク長			
		2T	3T	4T	$\geq 5T$
後スペー ス長	2T	h 1	h 2	h 3	h 4
	$\geq 3T$	h 5	h 6	h 7	h 8

[0067] [表9]

d T _{F1}		マーク長			
		2 T	3 T	4 T	>= 5 T
前スペー ス長	2 T	i 1	i 2	i 3	i 4
	>= 3 T	i 5	i 6	i 7	i 8

[0068] [表10]

d T _{E1}		マーク長			
		2 T	3 T	4 T	>= 5 T
後スペー ス長	2 T	j 1	j 2	j 3	j 4
	>= 3 T	j 5	j 6	j 7	j 8

[0069] また、さらに表11～表14のようにマーク長が2Tの場合、スペース長が2Tの場合のそれぞれについてのエッジ変化量に限って3T以上のマーク長、スペース長の場合と異なるエッジ変化量とする簡略化も可能である。この場合は3Ts以上(3T以上のスペー
ス)と3Tm以上(3T以上のマーク)の符号間干渉が特に少ない場合に効果的である。

[0070] [表11]

d T _{F2}		マーク長		
		2 T	3 T	>= 4 T
前スペー ス長	2 T	k 1	k 2	k 3
	3 T	k 4	k 5	k 6
	4 T	k 7		
	>= 5 T	k 8		

[0071] [表12]

d T _{E2}		マーク長		
		2 T	3 T	>= 4 T
後スペー ス長	2 T	l 1	l 2	l 3
	3 T	l 4	l 5	l 6
	4 T	l 7		
	>= 5 T	l 8		

[0072] [表13]

d T _{F1}		マーク長		
		2 T	3 T	>= 4 T
前スペー ス長	2 T	m 1	m 2	m 3
	3 T	m 4	m 5	m 6
	4 T	m 7		
	>= 5 T	m 8		

[0073] [表14]

d T _{E1}		マーク長		
		2 T	3 T	>= 4 T
後スペー ス長	2 T	n 1	n 2	n 3
	3 T	n 4	n 5	n 6
	4 T	n 7		
	>= 5 T	n 8		

[0074] さらに、上記各エッジ変化量に関する記録補償テーブルについて説明する。

記録補償器118内に保持されている記録補償テーブルは、第1に、光ディスク117のリードインエリアとよばれる領域にディスク製造時あるいはその後にあらかじめ記録してある情報を読み出した記録補償テーブルの場合と、第2に、光ディスク117上の試し書き領域で実際に所定の記録パルス信号による試し記録をおこなって、その試し書きされたマーク及びスペースを再生してエッジシフト量を測定し、最も信号品質が良好な条件を探索する過程で求まる学習結果によって得られる記録補償テーブルの場合のいずれであってもよい。

[0075] まず、第1の方法では、光ディスク117の所定領域に記録された記録補償テーブルは、再生データとして得られ、記録補償器118に格納される。

[0076] 次に、第2の方法において、光ディスク117に所定の記録符号列の試し書きを行つて、記録補償テーブルを作成する方法について図8のフローチャートを用いて説明する。

(a) マークについて前記マーク長と前後のスペース長の組み合わせによって分類し、その分類されたマークの試し書きを行う(S11)。

(b) 試し書きしたマーク及びスペースを再生して再生信号を得る(S12)。

(c) 再生信号に基づいて、マークのマーク長と前後のスペース長の組み合わせに対応するパルスエッジ変化量のテーブルを作成する(S13)。プリアンプ101で増幅され再生信号120となり、波形等化器103、2値化器104を経て2値化再生信号121となる。得られた2値化再生信号121は、再生シフト測定器170にも送られる。再生シフト測定器170では、PLLによって同期化された2値化信号と、同期化される前の2値化信号を比較して、各マークおよびスペースごとのシフト量を測定し、測定結果を記録補償器118へ送信する。

[0077] なお、このように光ディスク117上の試し書き領域での試し記録を行う場合には、測定されたエッジシフト量に応じて記録補償テーブルデータを随時更新し、再度前述の記録動作を行い、再生時のPLLクロックと2値化再生信号のエッジシフトを低減するような記録補償テーブルを探索すべく記録を繰り返し行ってもよい。

[0078] (実施の形態2)

図9は、本発明の実施の形態2に係る光記録方法における記録するマークのマーク長と記録パルス信号125との関係を示すタイミングチャートである。この光記録方法は、実施の形態1に係る光記録方法と比較すると、ピークパワーレベル(Pw)の最終パルスの幅Tlpを、マークのマーク長及び後スペース長の組み合わせで分類した分類結果に応じて制御する点で相違する。この最終パルスの幅Tlpは、下記表15に示すように記録するマークのマーク長について、3T、4T以上の2通りと、前スペース長について、2T、3T、4T、5T以上の4通りのそれぞれについて合計 $2 \times 4 = 8$ 通り(o1～o8)に分類して規定している。

[0079] [表15]

T _{lp}		マーク長	
		3 T	>= 4 T
前スペース長	2 T	o 1	o 2
	3 T	o 3	o 4
	4 T	o 5	o 6
	>= 5 T	o 7	o 8

[0080] 上述のように、 dT_{E1} を後スペース長毎に分類する代わりに $T1p$ を後スペース長毎に分類することで、特に追記型記録媒体の場合には、マーク終端位置を正確にコントロールすることが可能である。

[0081] (実施の形態3)

図10は、本発明の実施の形態3に係る光記録方法における記録するマークのマーク長と記録パルス信号125の関係を示すタイミングチャートである。この光記録方法では、実施の形態1に係る光記録方法と比較すると、記録パルス信号125は、中間パルスの数がマーク長の数に比例しないような波形を有する点で相違する。この光記録方法では、図10の(c)～(j)に示すように、2Tw、3Tw、4Twのマーク長のマークについての記録パルス信号ではピークパワーレベルを持つパルスの数が1つである。また、5Tw、6Twのマーク長のマークについての記録パルス信号125ではピークパワーレベルを持つパルスの数が2つである。また、7Tw、8Twのマーク長のマークについての記録パルス信号125ではピークパワーレベルを持つパルスの数が3つである。さらに、9Twのマーク長のマークについての記録パルス信号125ではピークパワーレベルを持つパルスの数が4つである。

[0082] なお、1つの光ディスク媒体に異なる記録レートで記録可能な場合には、記録転送速度に応じて図3の記録パルス信号と図10の記録パルス信号とを切り替えて用いてもよい。例えば、遅い記録転送速度の場合には、図3の記録パルス信号で記録し、速い転送レートで記録する場合には、図10の記録パルス信号で記録してもよい。

[0083] 図10の記録パルス信号において、各ピークパワーレベルのパルス幅、ボトムパワー レベルのパルス幅は、概略1Twとなるように示されているが、前記記録補償を行った後に各マーク長の各パルス幅を少なくとも0.5Tw以上とすることが望ましい。この場合レーザの応答速度の影響を受けにくく、記録条件を緩和することができる。

[0084] 以上の一連の動作で本実施の形態の光ディスク記録方法によれば、マーク始端部分の位置と終端部分の位置を、記録するマーク長およびその前後のスペース長に応じて、記録パルスの先頭パルスと最終パルスの位置および幅を随時変化させることで、再生時の符号間干渉を低減して、良好な信号品質を得ることができる。

[0085] (実施の形態4)

本発明に係る光記録再生装置による再生方法について説明する。この再生方法では、図12に示す周波数特性を有する波形等化を行うことを特徴とする。

[0086] この再生方法では、光ディスク117に記録されたマークがレーザ光で読み取られ、検出レンズ106、光検出器100、及びプリアンプ101を用いて再生信号120が生成される。この再生信号120は、波形等化器103で周波数特性を補正した信号となる。さらに、2値化器104で2値化再生信号121に変換され、復号器105によって逆変換を施して再生データ122が生成される。

[0087] 2Tw信号、3Tw信号、4Tw信号、8Tw信号等の中で、2Tw信号など周波数の高い信号ほど小さなマークであるため再生される振幅が小さくなるという周波数に依存する光学的出力の減衰が観測される。そこで、このような出力の減衰を補正するため、この再生方法では、周波数の高い信号ほど出力振幅を大きくするようにイコライザ特性を設定する。

[0088] 図12は、波形等化器103(イコライザ)の周波数特性を模式的に示す図であり、入力信号に対する出力信号の振幅比を表すものである。図で、横軸は信号周波数であり、2Tw信号、3Tw信号、4Tw信号、8Tw信号の周波数を模式的に示す。縦軸は、波形等化器103の出力振幅の対数表示である。この波形等化器103としては、高域通過型のフィルター(High Pass Filter)や2Twより少し高い周波数にピークを持たせたバンドパスフィルター(Band Pass Filter)またはそれらと増幅器を組み合わせたものを用いることができる。

[0089] 従ってマークやスペースが2Tw信号のような周波数の高い信号の場合の出力振幅と、8Twのような周波数の低い信号の場合の出力振幅の差、すなわち特性曲線の傾きは、最短マーク長が短くなるほど大きくなる。それに伴い、例えば4Tw信号の周波数における出力振幅と、8Tw信号の周波数における出力振幅の差も大きくなる。

[0090] そこで、再生周波数特性のピークシフトを防止し、ノイズの周波数分布を変化させ再生信号のSNR(信号対雑音比)を良くし、再生信号のエラーレートを改善できる特性にすることが望ましい。

[0091] 図11は、マーク形状の違いによる再生信号特性の違いを示す概略図である。図11(a)と(c)は光スポットが左から右へ走査し、記録マークが形成された後のマーク形状

の模式図である。図11(b)と(d)はそれぞれのマーク形状が形成された後、記録したマークを消去しない程度の強さの光で前記マークを読み出した後の再生信号を示す。

[0092] 図11(a)は、相変化を利用した書き換え型媒体の代表的なマーク形状を示す概略図である。最も小さい2Twマーク1001がイチョウ型のマークとして形成されている。これは、冷却パルスによってマーク終端部が後から再結晶化されることによってイチョウ型マーク形状となっている。図11(b)は、図11(a)のマークを再生した時の再生信号である。図のように2Twマークと2Twスペースが隣接している場合、最も再生信号振幅が小さくなる。この場合I2が最小振幅となる。

[0093] 一方、図11(c)は、相変化を利用した追記型ディスクにおいて形成されるマーク形状の一例を示す概略図である。追記型ディスクでは、冷却パルスによる再結晶化を経ないでマーク形成が行われる。そのため、2Twマーク1003が、円形であって、他の長いマークに比べて幅方向に細く形成されることがある。このように2Twマークの大きさが他のマークの大きさに比べて、幅方向に小さく形成される場合、図11(d)の再生信号の最小振幅I2は、MTFの影響を受けて図11(b)における最小振幅よりも小さくなるため、2Twマークの符号間干渉が増大し、再生ピークシフトが生じる。

[0094] 図12に示す波形等化器の再生周波数特性においてピークブースト値(Bp)を大きくすると、再生信号の振幅を大きくするのと同時にノイズを増大させることとなる。特に過ブーストとなると、信号帯域よりも高域側のノイズを増大させることとなり、この場合、再生信号のS/Nが悪くなるという弊害がある。また、過ブースト状態では、信号成分のうち低域側(4Tw～8Tw)の符号間干渉を増大させるため、かえって再生特性を悪くしてしまう。このように2Twマークなどの記録マークが他のマークに比べ特に小さくかかる場合、マーク長のみの記録補償では、2Tのマークの符号間干渉を補償することができるが、スペースに関する符号間干渉が残ってしまい再生信号の特性を悪くする。そこで、上述の実施の形態で説明したように、マーク記録時において、特に2Twスペースを考慮して、記録パルス信号の端部から2番目のパルスエッジをマーク長とその前後のスペース長に応じたエッジ変化量 dT_{F2} 又は/及び dT_{E2} だけ変化させ、さらに記録パルス信号の始端又は終端エッジを補償することで、特に2Twスペ

ースで生じていた符号間干渉を低減でき、低いブースト値でも再生信号の特性を向上させることができる。

[0095] また、ここで記録補償を行うときのターゲットブースト値は、追記型記録媒体など図11(c)のような記録マークが形成される光記録媒体にデータ記録する場合、記録補償の補償精度にも依存し、例えばTw/16程度の補償精度で記録補償を行う場合は、ブースト値を1dB～2dB程度増加させて記録することが望ましい。また、試し書きの際、初めにスペース補償をしない状態で記録を行い、ジッタやエラー率などの再生信号特性が基準値を満たしていない場合に限り、スペース補償を含めた記録動作を行ってもよい。

[0096] また、あらかじめ記録する信号を最短マーク長を除いた符号系列で第1の試し書きを行い、マーク長が3T以上の符号長の記録補償テーブルを作成した後、第2の試し書きを2Tw信号を含んだ符号系列で試し書きを行って、2Tw信号を含めた記録補償テーブルを作成してもよい。図11(d)のように再生信号振幅が極めて小さい場合、2Tw信号の記録マーク位置が正しくない場合、3Tw以上の長いマーク・スペースの位置を正しく合わせるのが困難な場合がある。前述のような非常に符号間干渉の大きい信号を再生する場合、初めに3Tw以上の符号長のマークを記録し、3Tw以上のマーク・スペースのエッジ位置を正確に記録補償しておき、その後2Tw信号を含む信号を記録して、2Twのマークとスペースの記録位置を正確に補償することで、より正確にかつ効率よく記録することができ、再生信号品質を向上させることができる。

[0097] また、上記のように3Tw以上の符号長の信号を記録する際には、再生イコライザのブースト値を2Tw信号を含んだ通常の記録符号列を記録するときに比べて1dBから2dB下げて、記録補償を行ってもよい。この場合、2Tw信号を含まないため、再生信号の振幅は比較的大きく符号間干渉の発生はゆるやかであるため、通常のブースト値よりもやや低めのブースト値で、長マークのエッジ位置を調整することで、エッジシフトの少ない信号を記録できる。

[0098] また、本発明の各実施の形態では、記録パワーを3値のレーザパワーレベルで変調する場合の例で説明したが、冷却パルスのパワーレベルを中間パルス内のボトムパワーのレベルと違えた4値のパワーレベル変調にしたときにも同様の効果が得られ

ることは言うまでもない。

[0099] なお、本発明は、様々な実施の形態に示されている以下の構成をとることができる。

第1の構成によれば、本発明の光記録再生方法は、光ディスク媒体に複数のパワーでレーザ光を切り替えて照射し、情報を複数の長さのマークおよびスペースのエッジ位置情報として記録する光記録方法であって、記録マーク形成時にレーザパワーを第1のパワー>第2のパワー>第3のパワーと少なくとも3値以上のパルス状に変調し、記録符号列中のマーク長(符号長)および前後のスペース長を参照して所定の規則にしたがって分類し、変調パルスの第1のパワーをもつ区間の先頭パルスの幅あるいは開始位置と、変調パルスの第1のパワーをもつ区間の最終パルスの幅あるいは終了位置を、前記符号長の分類にしたがって、随時変化させて記録することにより、記録マークの始端部分の位置および終端部分の位置を変化させて記録することを特徴とする。

[0100] 第2の構成によれば、本発明の光記録再生方法は、前記記録マークの終端部分の位置を、前記パルス状に変調された前記第1のパワーをもつ区間の最終パルスの幅あるいは終了位置を、記録するマーク長および前記マークの直後のスペース長に応じて随時変化させて記録することを特徴とする。

[0101] 第3の構成によれば、本発明の光記録再生方法は、前記記録マークの始端部分の位置を、前記パルス状に変調された前記第1のパワーをもつ第1パルスの幅あるいは開始位置を、記録するマーク長および前記マークの直前のスペース長に応じて随時変化させて記録することを特徴とする。

[0102] 第4の構成によれば、本発明の光記録再生方法は、記録符号列中のマーク長をn、n+1、n+2以上の符号長(n:正の整数)の少なくとも3種類に分類し、前記マーク長の前後の記録符号列中のスペース長をn、n+1以上の符号長の少なくとも2種類に分類することを特徴とする。

[0103] 第5の構成によれば、本発明の光記録再生方法は、記録符号列中のマーク長をn、n+1、n+2以上符号長の少なくとも3種類に分類し、前記マーク長の前後の記録符号列中のスペース長をn、n+1、n+2、n+3以上の符号長の少なくとも4種類に分類することを特徴とする。

[0104] 第6の構成によれば、本発明の光記録再生方法は、記録符号列中のマーク長をn、
n+1、n+2以上の符号長ごとの少なくとも3種類に分類し、前記記録符号列中のマーク長がnの場合、前記マーク長(n)の前後の記録符号列中のスペース長をn、n+1、n+2、n+3以上の符号長の少なくとも4種類に分類し、前記記録符号列中のマーク長がn+1、n+2以上の場合、前記マーク長(n+1、n+2以上)の前後の記録符号列中のスペース長をn、n+1以上の符号長の少なくとも2種類に分類することを特徴とする。

[0105] 第7の構成によれば、本発明の光記録再生方法は、記録符号列中のマーク長をn、
n+1、n+2以上の符号長ごとの少なくとも3種類に分類した状態で第1の試し書きを行い、前記マーク長の前後の記録符号列中のスペース長をn、n+1、n+2、n+3以上の符号長の少なくとも4種類に分類した状態で第2の試し書きを行うことを特徴とする。

[0106] 第8の構成によれば、本発明の光記録再生方法は、前記第1の試し書き時に、符号長n+1以上の符号列含む記録符号列を記録し、前記第2の試し書き時に、符号長n以上の符号列を含む記録符号列を記録することを特徴とする。

[0107] 第9の構成によれば、本発明の光記録再生方法は、前記第2の試し書き後の再生時に、前記第1の試し書き後の再生時に比べて、再生イコライザのブースト値をことならせることを特徴とする。

[0108] 第10の構成によれば、本発明の光記録再生方法は、前記第2の試し書き後の再生時に、前記第1の試し書き後の再生時に比べて、再生イコライザのブースト値を概略1dB上げることを特徴とする。

[0109] 第11の構成によれば、本発明の光記録再生装置は、光ディスク媒体に複数のパワーでレーザ光を切り替えて照射して未記録部とは物理的性質の異なるマークを形成することによって情報を記録する光記録装置において、
レーザ光のパワーを変調するレーザ駆動手段と、情報を記録符号列に変換する符号化手段と、
前記記録符号列中のマーク長(符号長)および前後のスペース長を参照して所定の規則にしたがって分類する分類手段を有し、変調パルスの第1のパワーをもつ区

間の先頭パルスの幅あるいは開始位置と、変調パルスの第1のパワーをもつ区間の最終パルスの幅あるいは終了位置を変化させる記録波形発生手段を有し、前記分類手段の分類にしたがって、記録マークの始端部分の位置および終端部分の位置を変化させて記録することを特徴とする。

- [0110] 第12の構成によれば、本発明の光記録再生装置は、前記記録マークの終端部分の位置を、前記パルス状に変調された前記第1のパワーをもつ区間の最終パルスの幅あるいは終了位置を、記録するマーク長および前記マークの直後のスペース長に応じて随時変化させてレーザを駆動させる駆動手段を有することを特徴とする。
- [0111] 第13の構成によれば、本発明の光記録再生装置は、前記記録マークの始端部分の位置を、前記パルス状に変調された前記第1のパワーをもつ第1パルスの幅あるいは開始位置を、記録するマーク長および前記マークの直前のスペース長に応じて随時変化させてレーザを駆動させる駆動手段を有することを特徴とする。
- [0112] 第14の構成によれば、本発明の光記録再生装置は、前記分類手段は、記録符号列中のマーク長をn、n+1、n+2以上の符号長(n:正の整数)の少なくとも3種類に分類し、前記マーク長の前後の記録符号列中のスペース長をn、n+1以上の符号長の少なくとも2種類に分類することを特徴とする。
- [0113] 第15の構成によれば、本発明の光記録再生装置は、前記分類手段は、記録符号列中のマーク長をn、n+1、n+2以上符号長の少なくとも3種類に分類し、前記マーク長の前後の記録符号列中のスペース長をn、n+1、n+2、n+3以上の符号長の少なくとも4種類に分類することを特徴とする。
- [0114] 第16の構成によれば、本発明の光記録再生装置は、前記分類手段は、記録符号列中のマーク長をn、n+1、n+2以上の符号長ごとの少なくとも3種類に分類し、前記記録符号列中のマーク長がnの場合、前記マーク長(n)の前後の記録符号列中のスペース長をn、n+1、n+2、n+3以上の符号長の少なくとも4種類に分類し、前記記録符号列中のマーク長がn+1、n+2以上の場合、前記マーク長(n+1、n+2以上)の前後の記録符号列中のスペース長をn、n+1以上の符号長の少なくとも2種類に分類することを特徴とする。
- [0115] 第17の構成によれば、本発明の光記録再生装置は、記録符号列中のマーク長をn

、 $n+1$ 、 $n+2$ 以上の符号長ごとの少なくとも3種類に分類した状態で第1の試し書きを行い、前記マーク長の前後の記録符号列中のスペース長を n 、 $n+1$ 、 $n+2$ 、 $n+3$ 以上の符号長の少なくとも4種類に分類した状態で第2の試し書きをおこなうことを特徴とする。

- [0116] 第18の構成によれば、本発明の光記録再生装置は、前記第1の試し書き時に、符号長 $n+1$ 以上の符号列含む記録符号列を記録し、前記第2の試し書き時に、符号長 n 以上の符号列を含む記録符号列を記録することを特徴とする。
- [0117] 第19の構成によれば、本発明の光記録再生装置は、前記第2の試し書き後の再生時に、前記第1の試し書き後の再生時に比べて、再生イコライザのブースト値を異ならせることを特徴とする。
- [0118] 第20の構成によれば、本発明の光記録再生装置は、前記第2の試し書き後の再生時に、前記第1の試し書き後の再生時に比べて、再生イコライザのブースト値を概略1dB上げることを特徴とする。

産業上の利用可能性

- [0119] 本発明の光ディスク媒体への光記録方法および光記録装置は、デジタル家電機器、情報処理装置を含む電気機器産業等に利用可能である。

請求の範囲

[1] 光ディスク媒体にレーザ光を複数段のパワーで切り替えて変調した記録パルス列を照射してマークを形成し、前記マーク及びマーク間のスペースのエッジ位置情報として情報を記録する光記録方法であって、
記録データを符号化してマーク及びスペースの組み合わせである符号化データを作成するステップと、
前記符号化データのうち、前記マークについて、そのマーク長と前後のスペース長との組み合わせによって分類するステップと、
前記マークを形成するための記録パルス列の端部から2番目のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させて前記記録パルス列を制御するステップと、
前記記録パルス列を光ディスク媒体に照射して前記マークを形成するステップとを含むことを特徴とする光記録方法。

[2] 前記記録パルス列を制御するステップにおいて、前記記録パルス列の始端から2番目のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させることを特徴とする請求項1に記載の光記録方法。

[3] 前記記録パルス列を制御するステップにおいて、前記記録パルス列の後端から2番目のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させることを特徴とする請求項1又は2に記載の光記録方法。

[4] 前記記録パルス列を制御するステップにおいて、さらに、前記記録パルス列の後端のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載の光記録方法。

[5] 前記記録パルス列を制御するステップにおいて、さらに、前記記録パルス列の始端のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させることを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載の光記録方法。

[6] 前記マークを記録するための前記記録パルス列が5以上のパルスエッジを含むことを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載の光記録方法。

[7] 前記記録パルス列を制御するステップにおいて、さらに、前記記録パルス列の後端から3番目のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させることを特徴と

する請求項6に記載の光記録方法。

- [8] 前記記録パルス列を制御するステップにおいて、さらに、前記記録パルス列の始端から3番目のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させることを特徴とする請求項6又は7に記載の光記録方法。
- [9] 前記記録パルス列は、レーザ光を強さの順に第1パワー、第2パワー、第3パワーの少なくとも3値以上のパワーで切り替えて変調して構成することを特徴とする請求項1から8のいずれか一項に記載の光記録方法。
- [10] 前記各マークについて分類するステップにおいて、前記マークのマーク長をn、n+1、n+2以上(n:正の整数)の少なくとも3種類に分類することを特徴とする請求項1から9のいずれか一項に記載の光記録方法。
- [11] 前記各マークについて分類するステップにおいて、前記マークの前後のスペース長をn、n+1以上(n:正の整数)の少なくとも2種類に分類することを特徴とする請求項1から10のいずれか一項に記載の光記録方法。
- [12] 前記各マークについて分類するステップにおいて、前記マークの前後のスペース長をn、n+1、n+2、n+3以上(n:正の整数)の少なくとも4種類に分類することを特徴とする請求項1から10のいずれか一項に記載の光記録方法。
- [13] 前記各マークについて分類するステップにおいて、前記マークのマーク長をn、n+1、n+2以上(n:正の整数)の少なくとも3種類に分類し、
前記マークのマーク長がnの場合、前後のスペース長をn、n+1、n+2、n+3以上の少なくとも4種類に分類し、
前記マークのマーク長がn+1、n+2以上の場合、前後のスペース長をn、n+1以上の少なくとも2種類に分類することを特徴とする請求項1から10のいずれか一項に記載の光記録方法。
- [14] 前記記録パルス列を制御するステップにおいて、前記マークについてのマーク長と前後のスペース長との組み合わせとエッジ変化量とを対応させた記録補償テーブルを参照して前記記録パルス列を制御することを特徴とする請求項1から13のいずれか一項に記載の光記録方法。
- [15] 前記マークについて前記マーク長と前後のスペース長の組み合わせによって分類

し、分類された前記マークの試し書きを行うステップと、
前記試し書きしたマーク及びスペースを再生して再生信号を得るステップと、
前記再生信号に基づいて、前記マークのマーク長と前後のスペース長の組み合わせに対応するエッジ変化量のテーブルを作成するステップと
さらに含むことを特徴とした請求項14に記載の光記録方法。

- [16] 前記マークの試し書きを行うステップにおいて、前記マーク長n+1以上の符号列含む記録符号列を記録し、前記試し書き時に、符号長n以上の符号列を含む記録符号列を記録することを特徴とする請求項15に記載の光記録方法。
- [17] 光ディスク媒体にレーザ光を複数段のパワーで切り替えて変調した記録パルス列を照射してマークを形成し、前記マーク及びマーク間のスペースのエッジ位置情報として情報を記録する光記録装置であって、
記録データを符号化してマーク及びスペースの組み合わせである符号化データを作成する符号化手段と、
前記符号化データのうち、前記マークについて、そのマーク長と前後のスペース長との組み合わせによって分類する分類手段と、
前記マークを形成するための記録パルス列の端部から2番目のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させた記録パルス列を作成する記録波形発生手段と、
前記記録パルス列を光ディスク媒体に照射して前記マークを形成するレーザ駆動手段と
を含むことを特徴とする光記録装置。
- [18] 前記記録パルス列の端部から2番目のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させるエッジ変化量に関する記録補償テーブルを格納する記録補償部をさらに備えることを特徴とする請求項17に記載の光記録装置。
- [19] 前記記録波形発生手段は、前記記録補償テーブルから前記マークについての分類結果に対応する前記エッジ変化量を読み出し、前記記録パルス列を作成することを特徴とする請求項18に記載の光記録装置。
- [20] 前記記録波形発生手段は、前記記録パルス列の始端から2番目のパルスエッジの

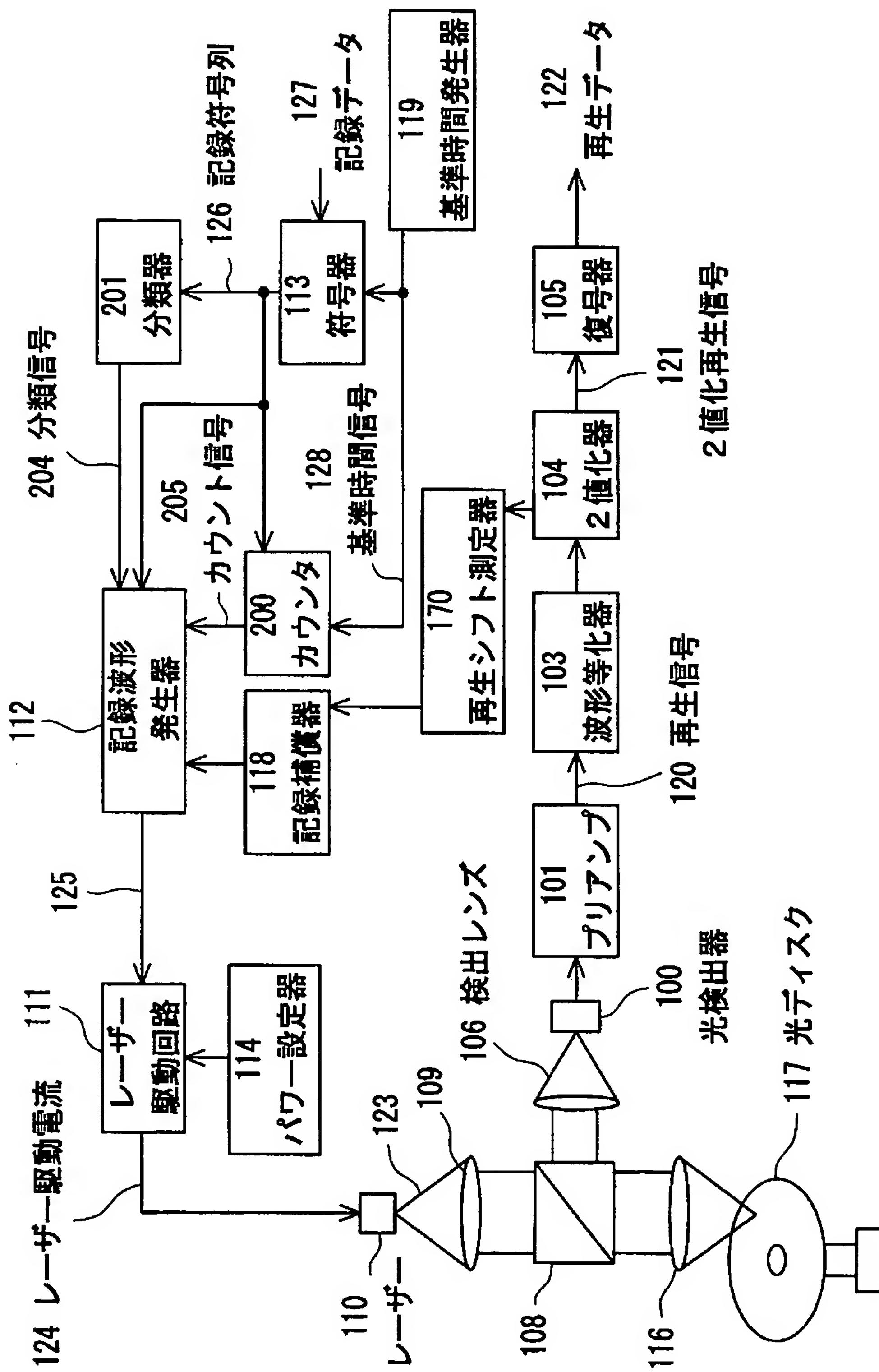
位置を前記分類結果に対応して変化させることを特徴とする請求項17から19のいずれか一項に記載の光記録装置。

- [21] 前記記録波形発生手段は、前記記録パルス列の後端から2番目のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させることを特徴とする請求項17から20のいずれか一項に記載の光記録装置。
- [22] 前記記録波形発生手段は、さらに、前記記録パルス列の後端のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させることを特徴とする請求項17から21のいずれか一項に記載の光記録装置。
- [23] 前記記録波形発生手段は、さらに、前記記録パルス列の始端のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させることを特徴とする請求項17から22のいずれか一項に記載の光記録装置。
- [24] 前記マークを記録するための前記記録パルス列は、5以上のパルスエッジを含むことを特徴とする請求項17から23のいずれか一項に記載の光記録装置。
- [25] 前記記録波形発生手段は、さらに、前記記録パルス列の後端から3番目のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させることを特徴とする請求項24に記載の光記録装置。
- [26] 前記記録波形発生手段は、さらに、前記記録パルス列の始端から3番目のパルスエッジの位置を前記分類結果に対応して変化させることを特徴とする請求項24又は25に記載の光記録装置。
- [27] 前記記録波形発生手段は、レーザ光を強さの順に第1パワー、第2パワー、第3パワーの少なくとも3値以上のパワーで切り替えて変調して前記記録パルス列を構成することを特徴とする請求項17から26のいずれか一項に記載の光記録装置。
- [28] 前記分類手段は、前記マークのマーク長をn、n+1、n+2以上(n:正の整数)の少なくとも3種類に分類することを特徴とする請求項17から27のいずれか一項に記載の光記録装置。
- [29] 前記分類手段は、前記マークの前後のスペース長をn、n+1以上(n:正の整数)の少なくとも2種類に分類することを特徴とする請求項17から28のいずれか一項に記載の光記録装置。

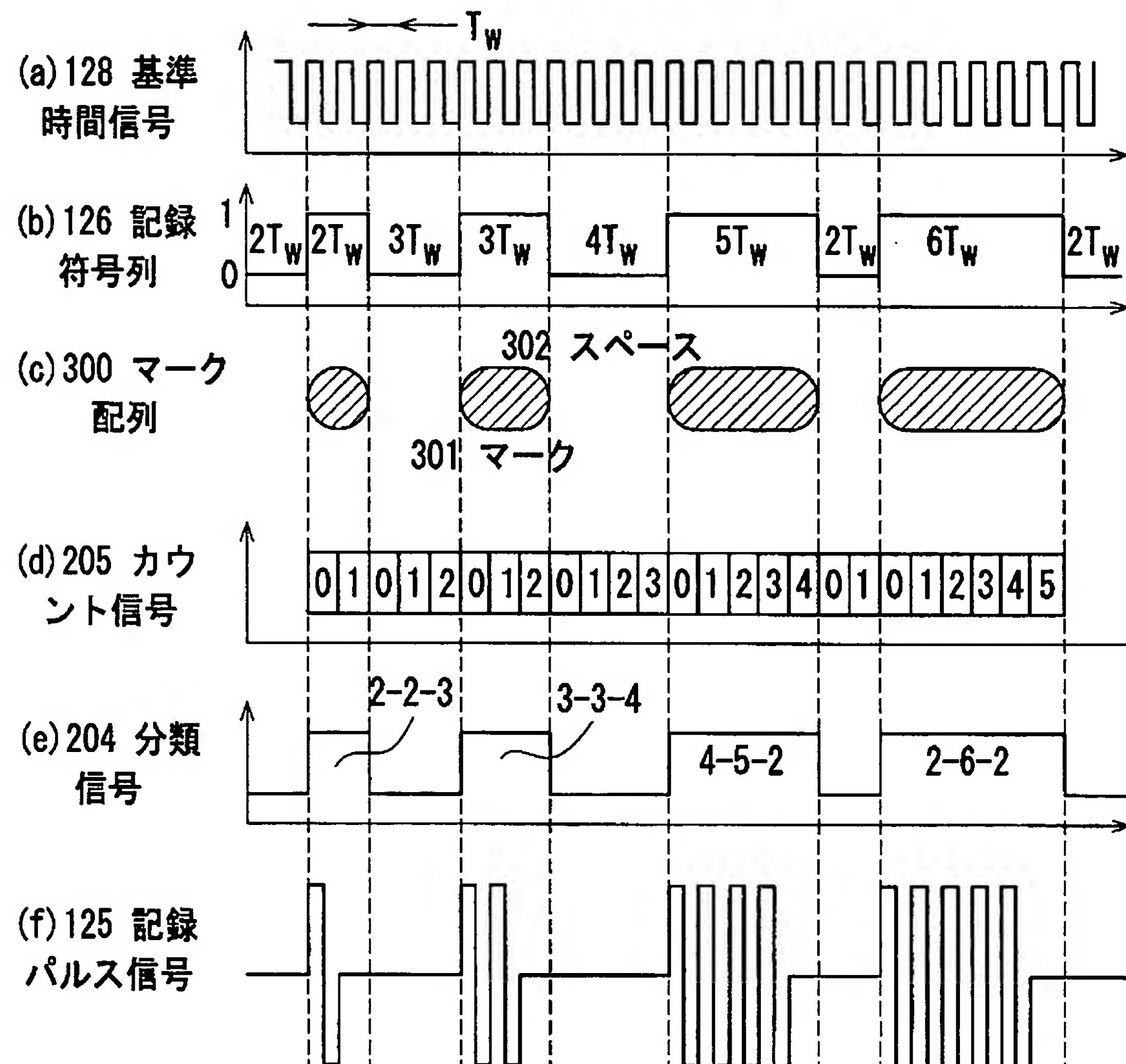
[30] 前記分類手段は、前記マークの前後のスペース長をn、n+1、n+2、n+3以上(n:正の整数)の少なくとも4種類に分類することを特徴とする請求項17から28のいずれか一項に記載の光記録装置。

[31] 前記分類手段は、前記マークのマーク長をn、n+1、n+2以上(n:正の整数)の少なくとも3種類に分類し、
前記マークのマーク長がnの場合、前後のスペース長をn、n+1、n+2、n+3以上の少なくとも4種類に分類し、
前記マークのマーク長がn+1、n+2以上の場合、前後のスペース長をn、n+1以上の少なくとも2種類に分類することを特徴とする請求項17から27のいずれか一項に記載の光記録装置。

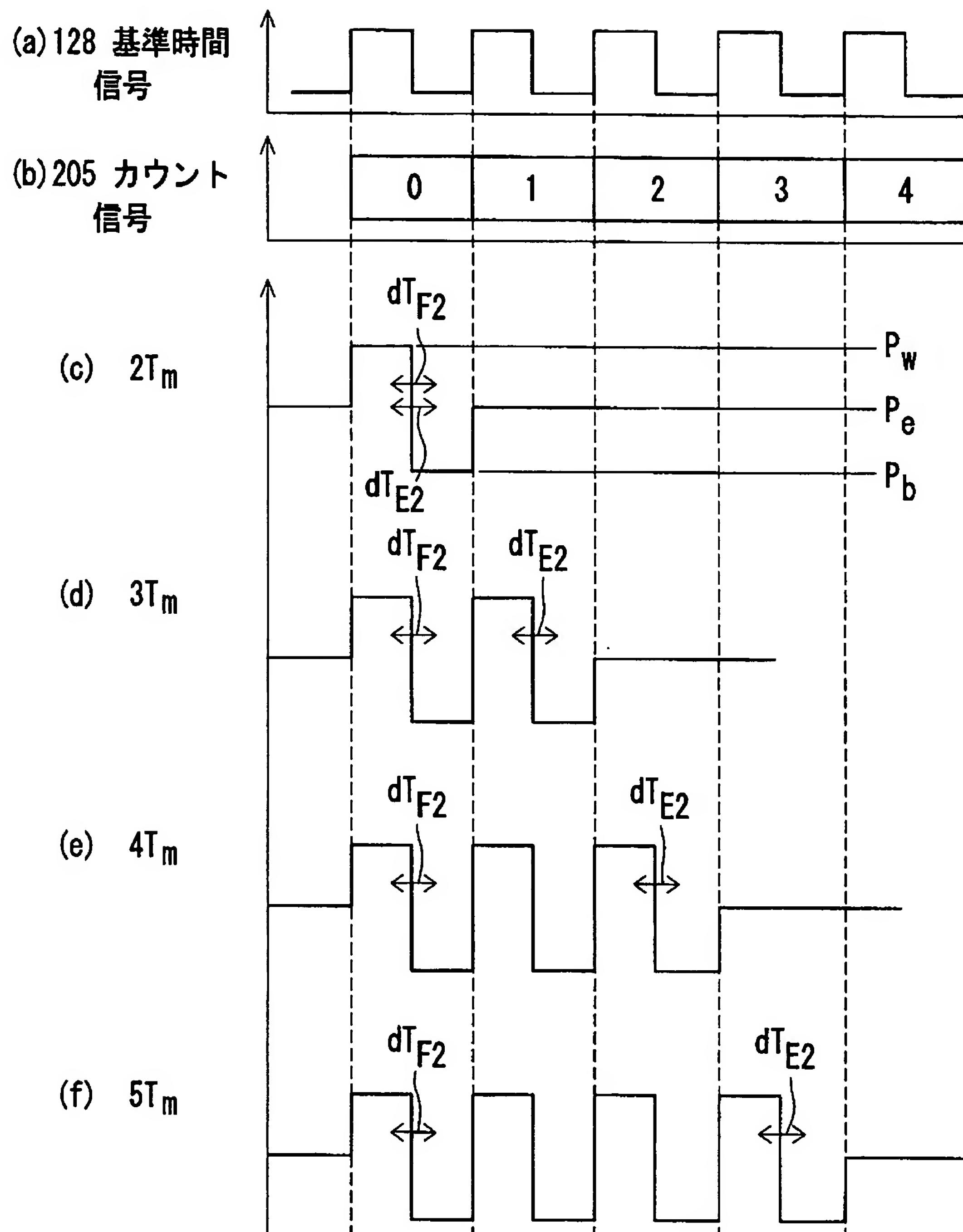
[ 1]



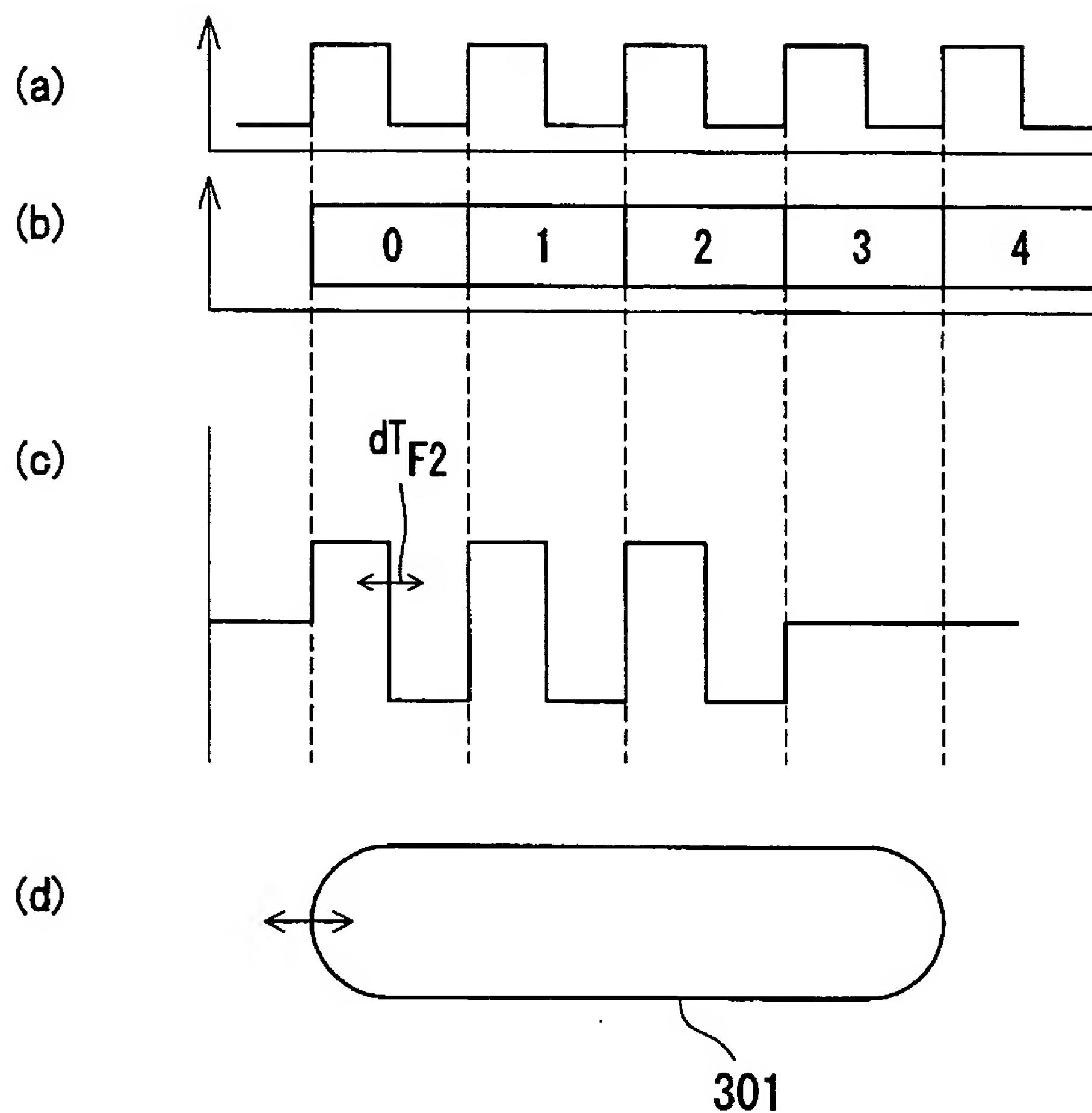
[図2]



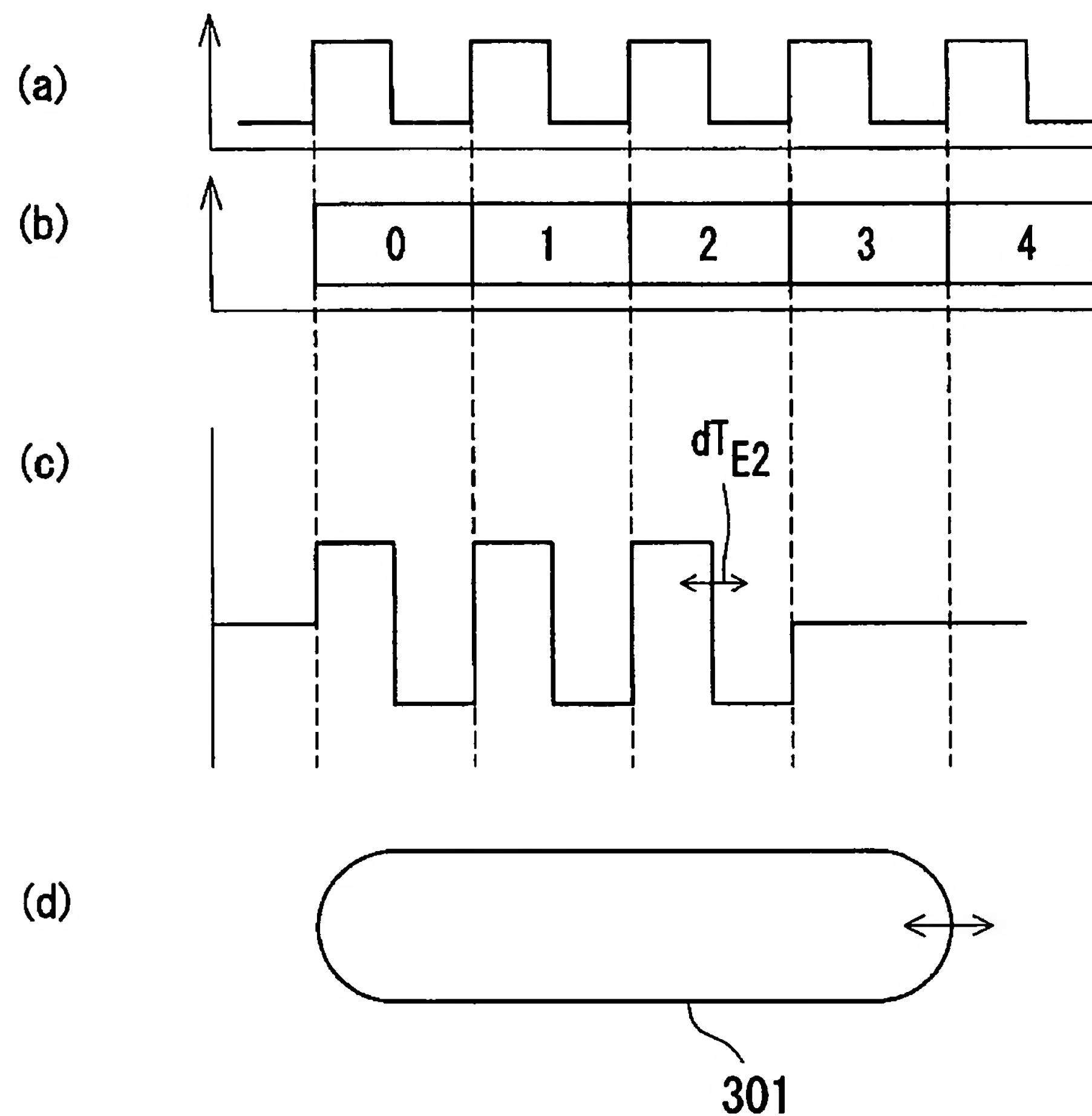
[図3]



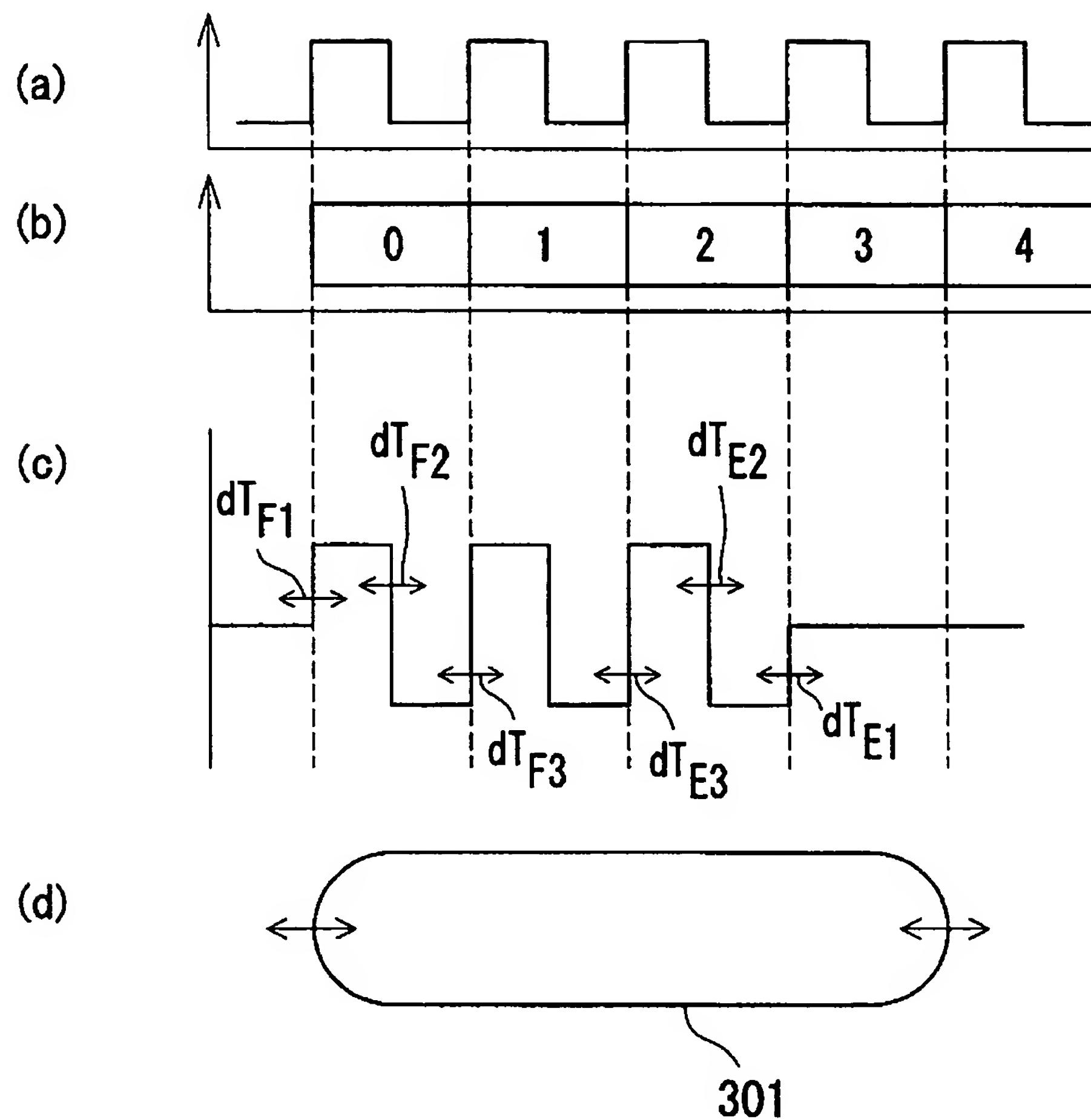
[図4]



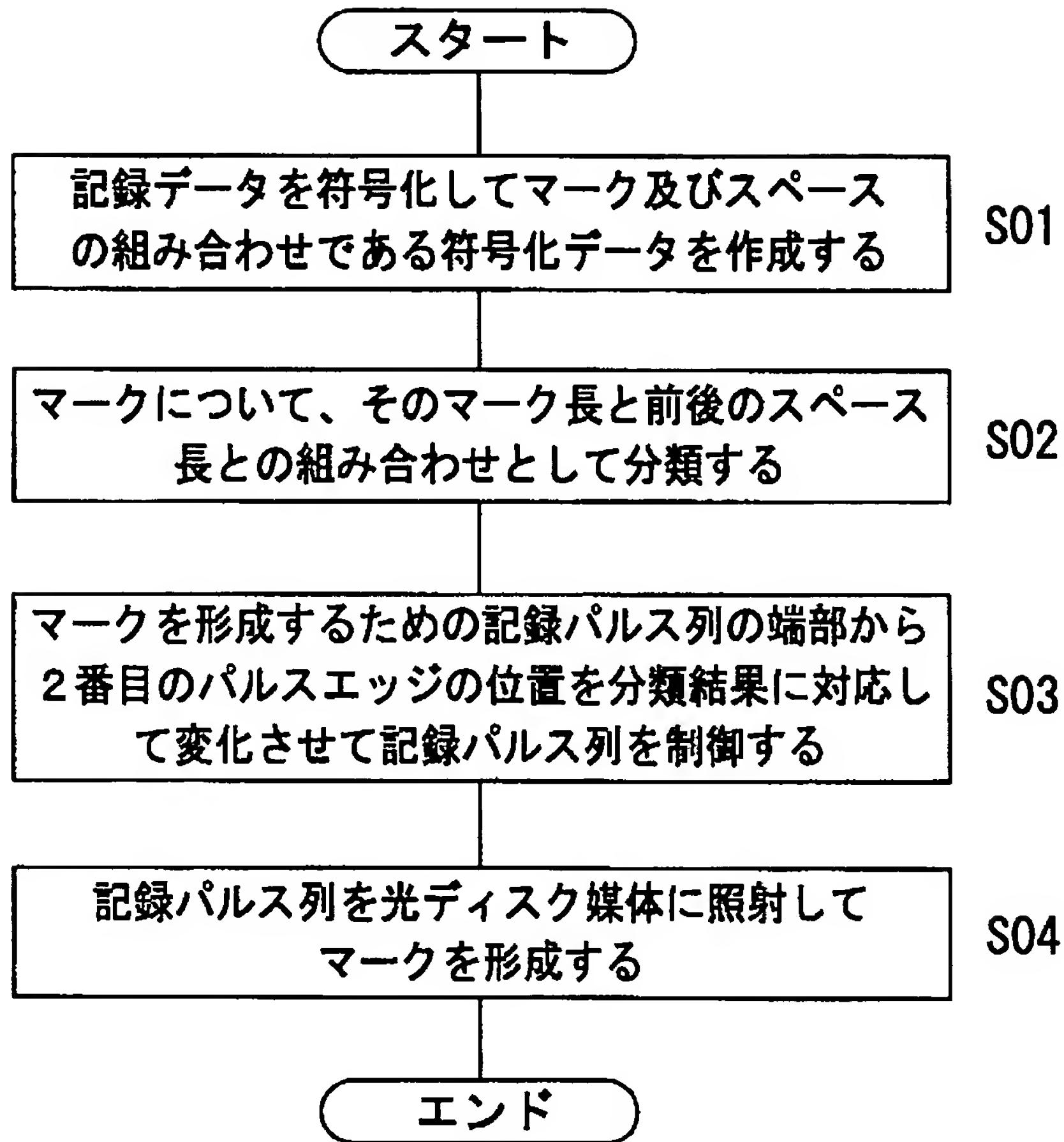
[図5]



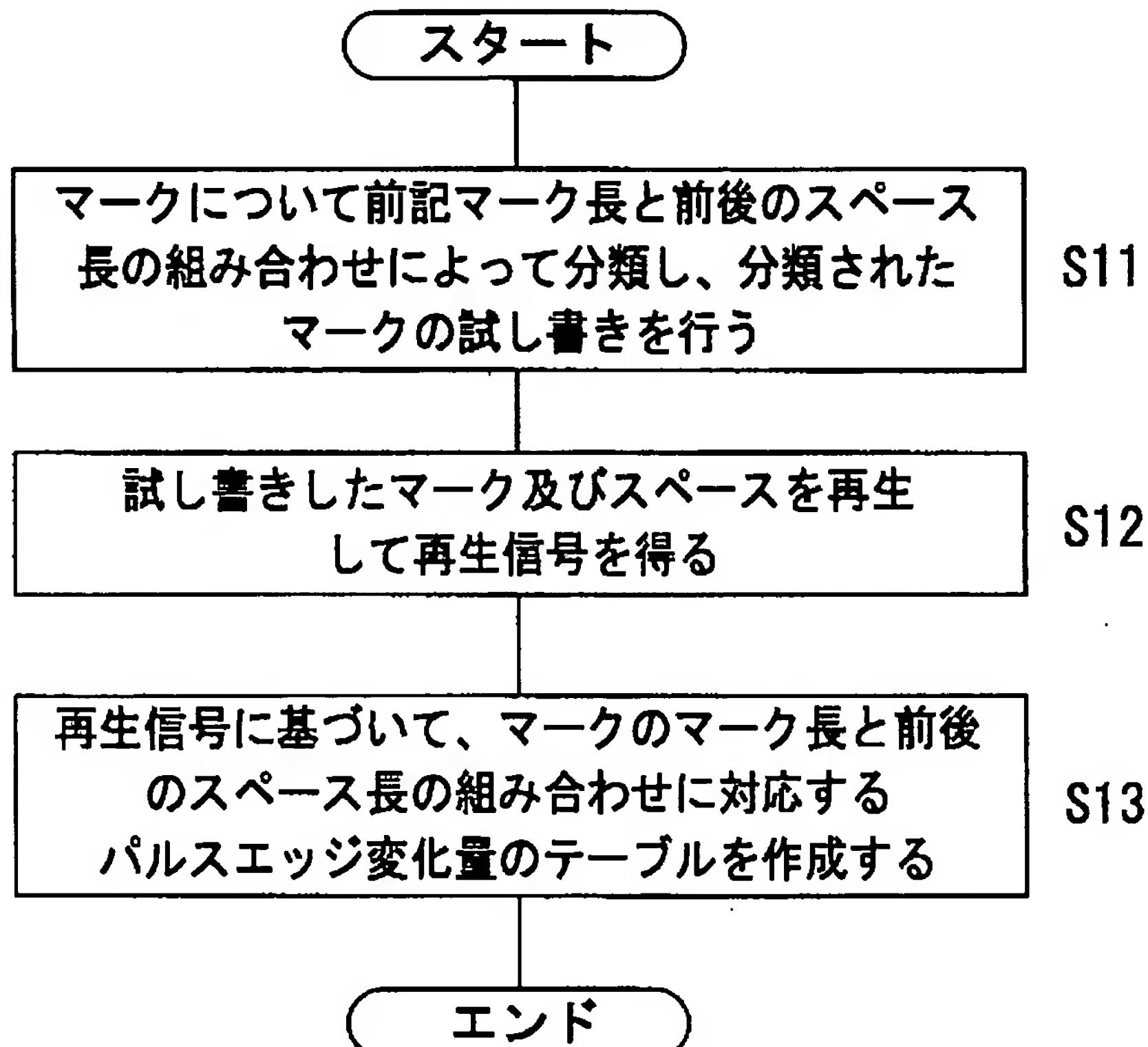
[図6]



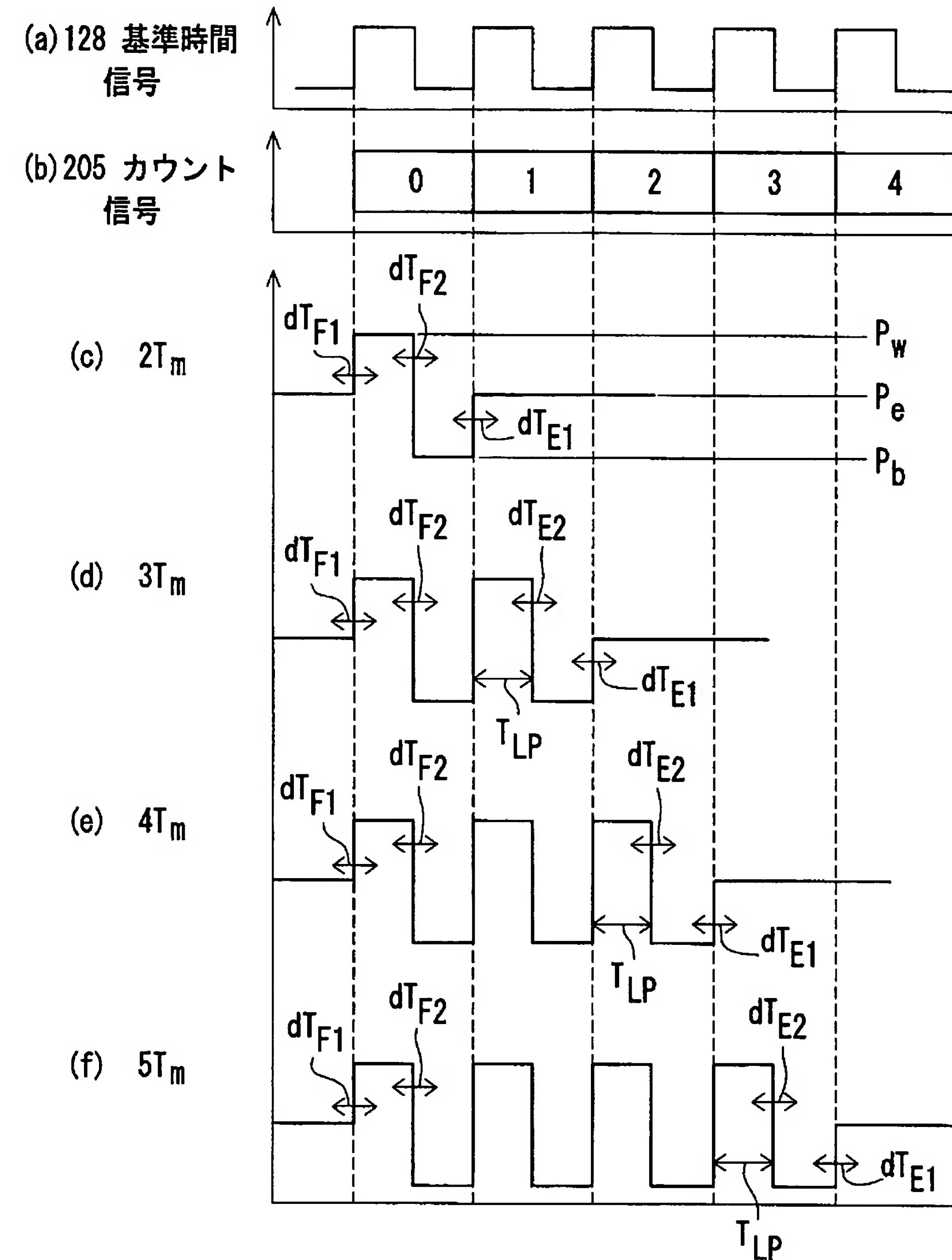
[図7]



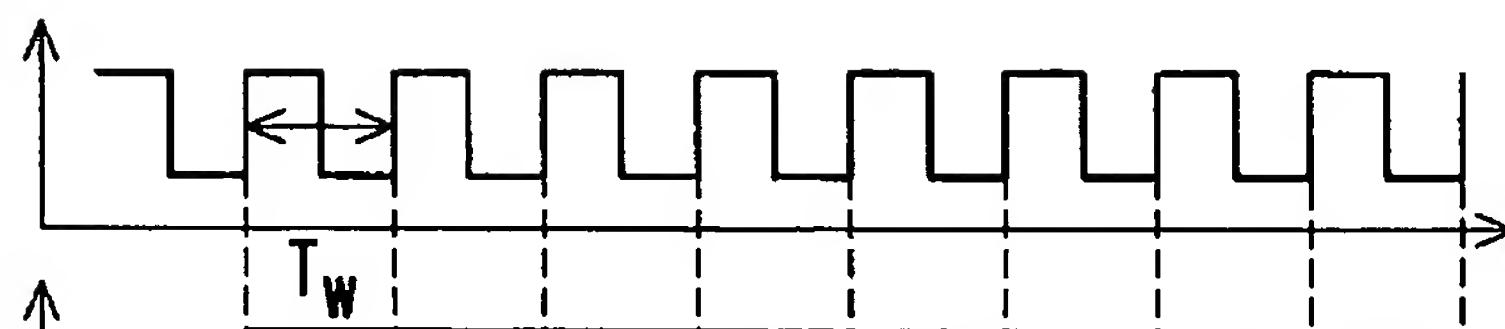
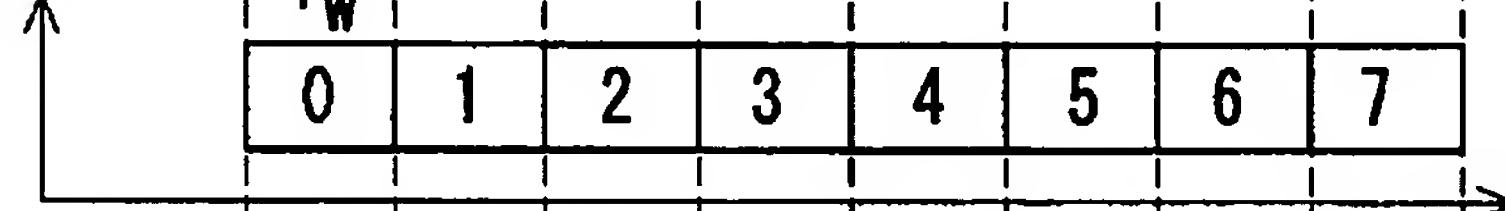
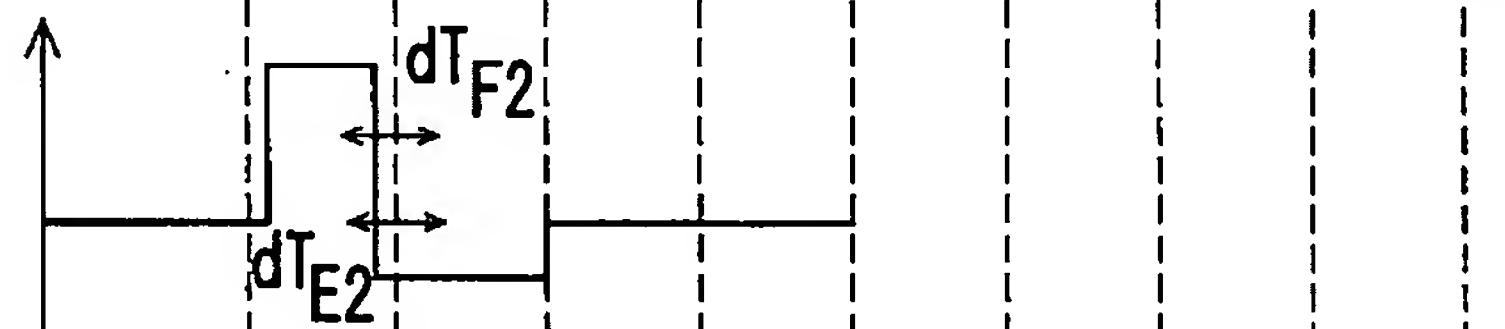
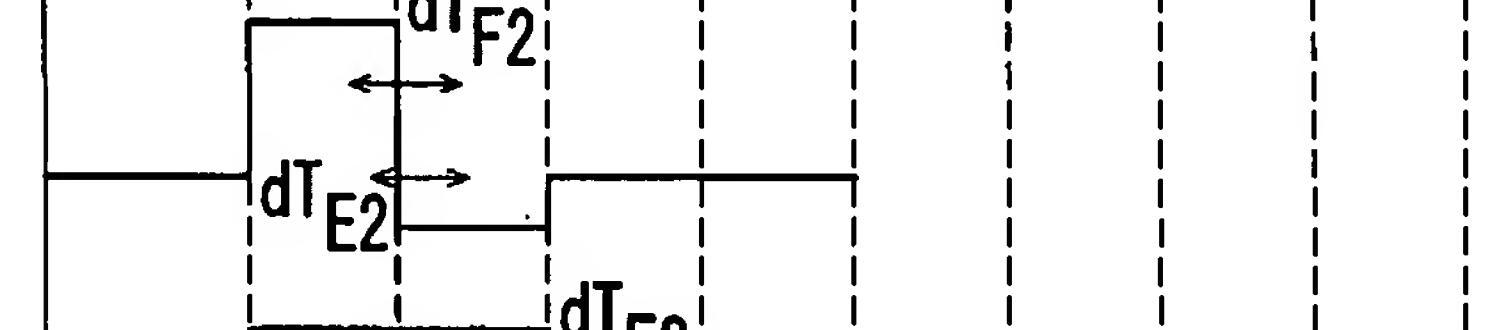
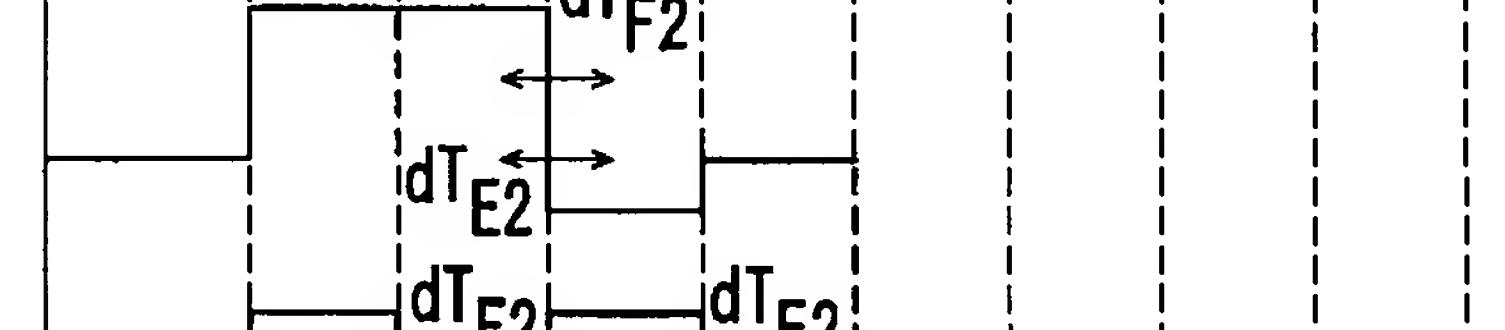
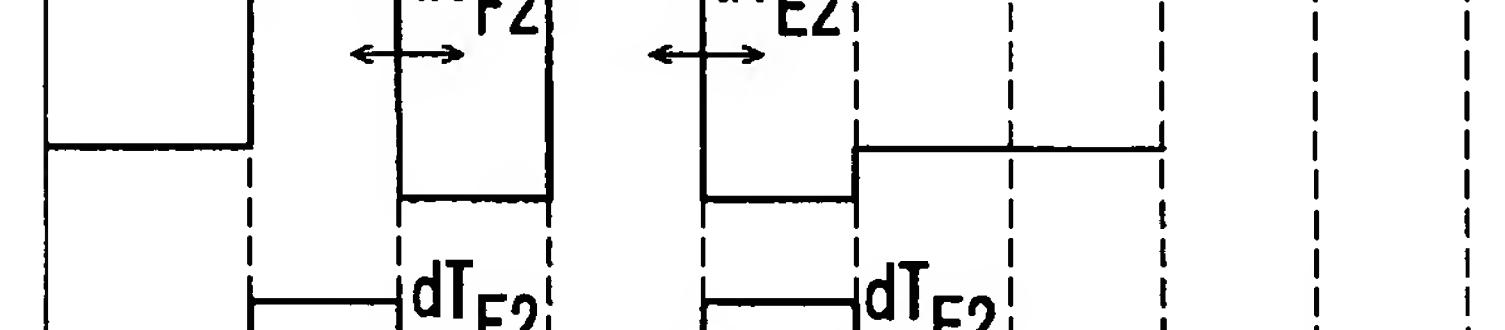
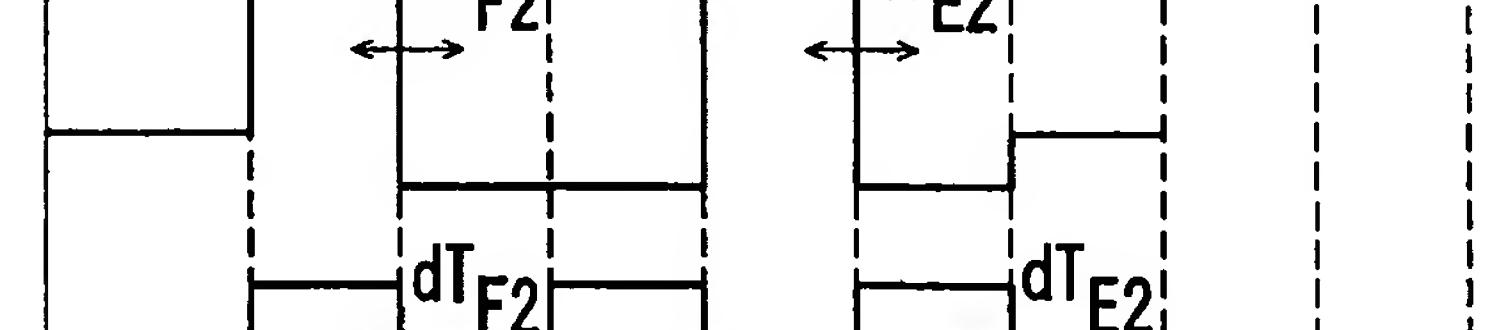
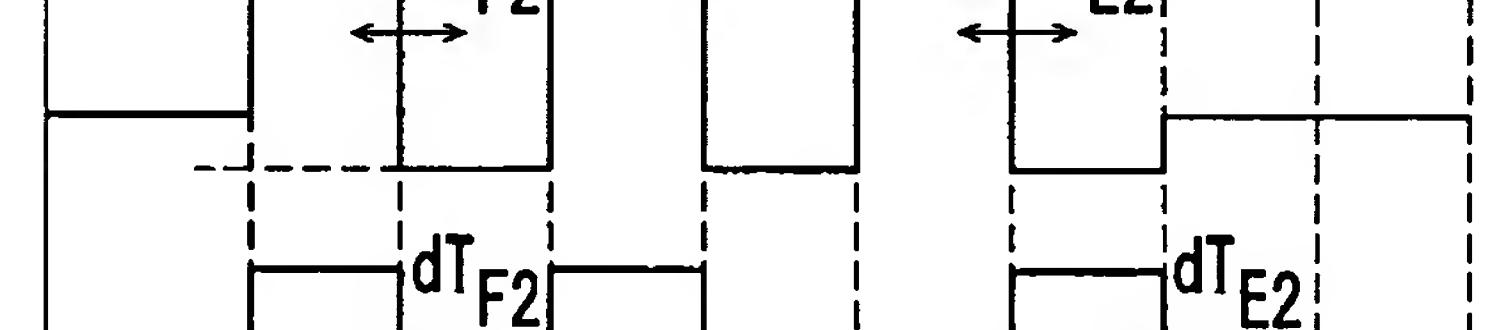
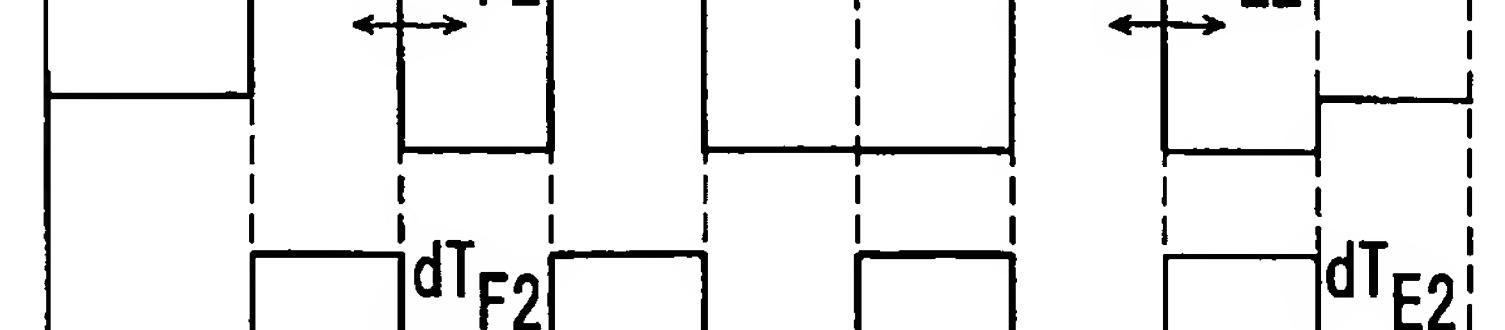
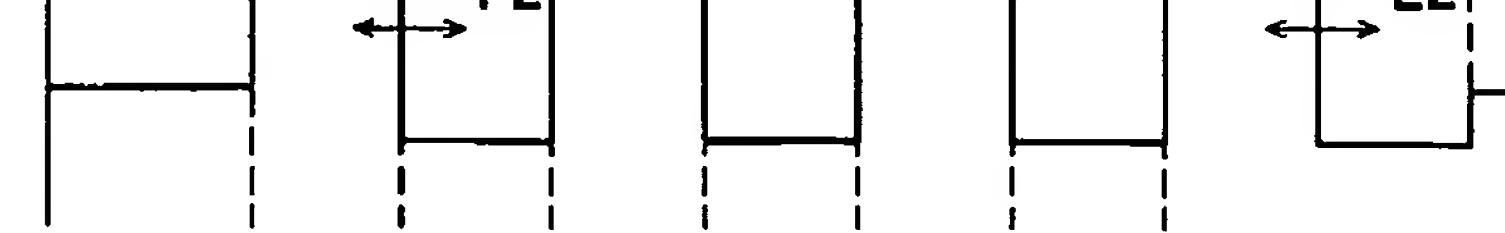
[図8]



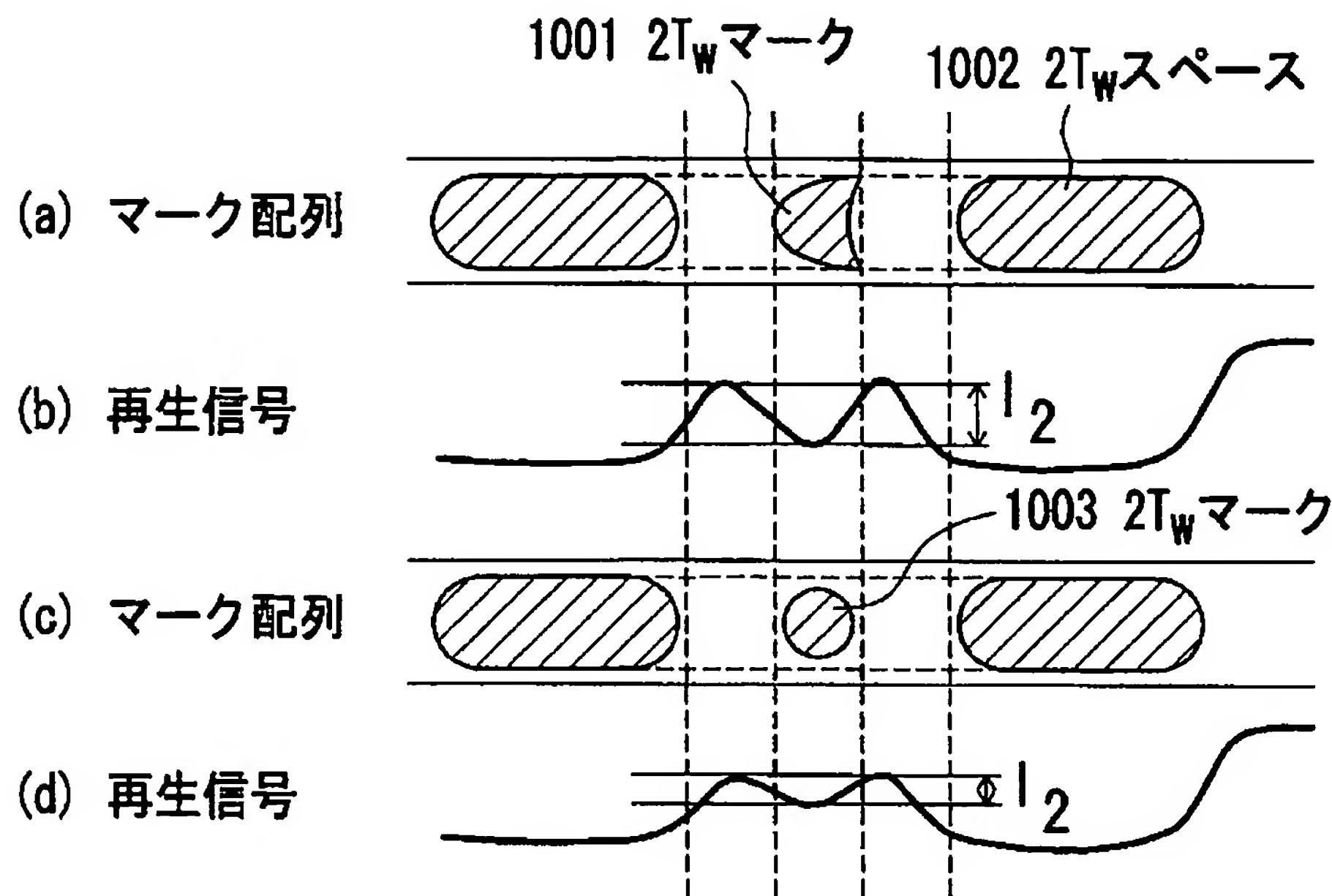
[図9]



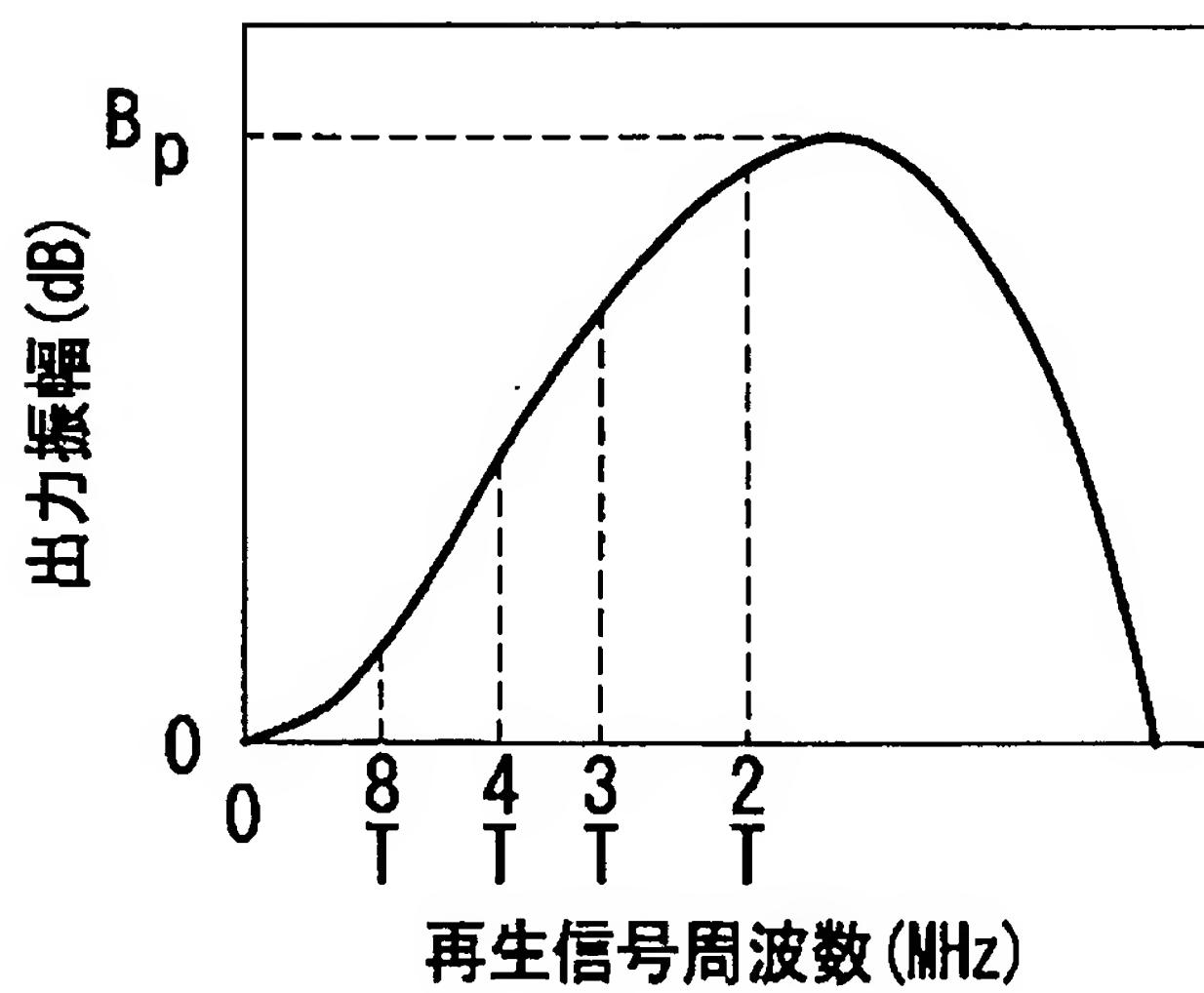
[図10]

(a) 128 基準時間
信号(b) 205 カウント
信号(c) 900 $2T_W$ (d) 901 $3T_W$ (e) 902 $4T_W$ (f) 903 $5T_W$ (g) 904 $6T_W$ (h) 905 $7T_W$ (i) 906 $8T_W$ (j) 907 $9T_W$ 

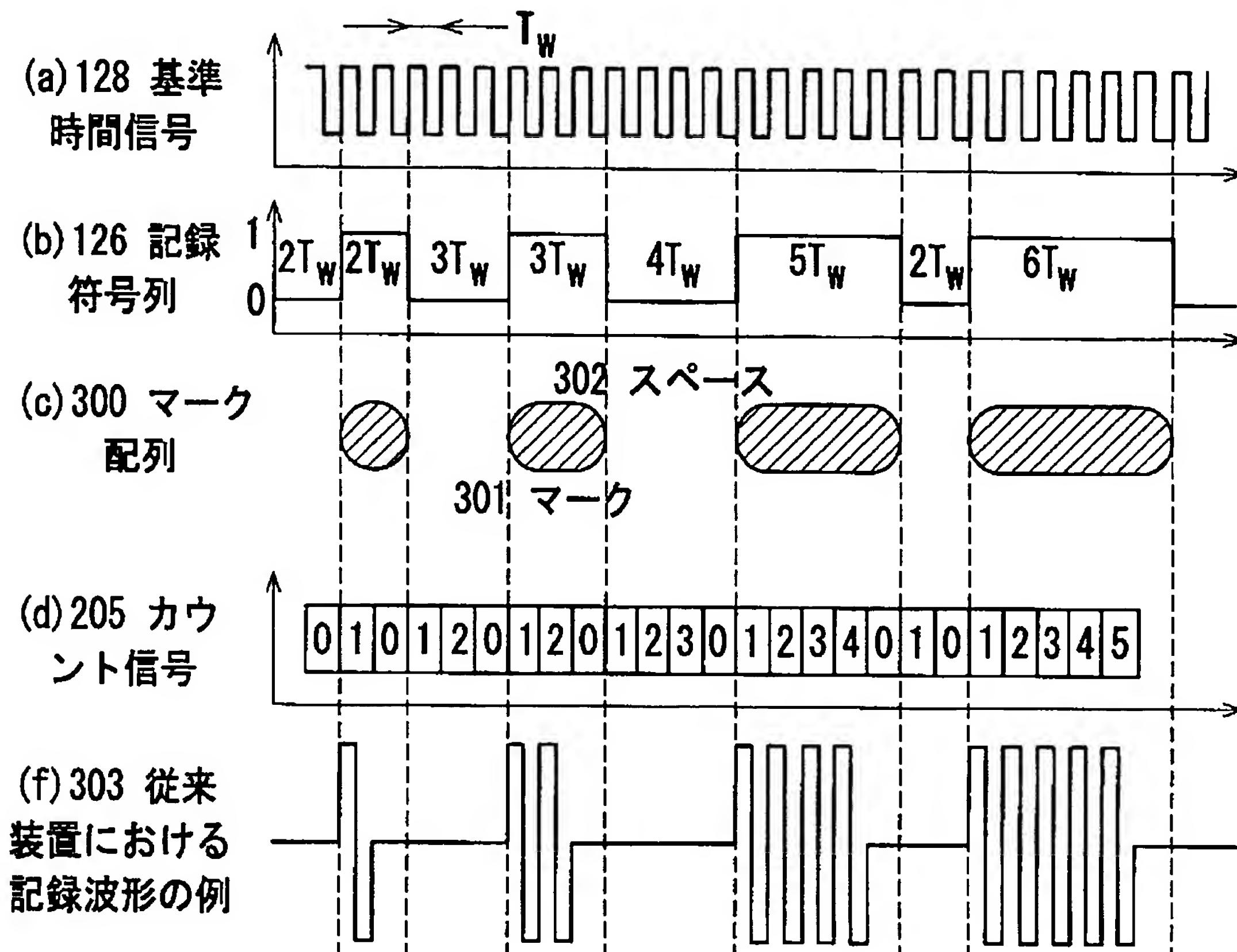
[図11]



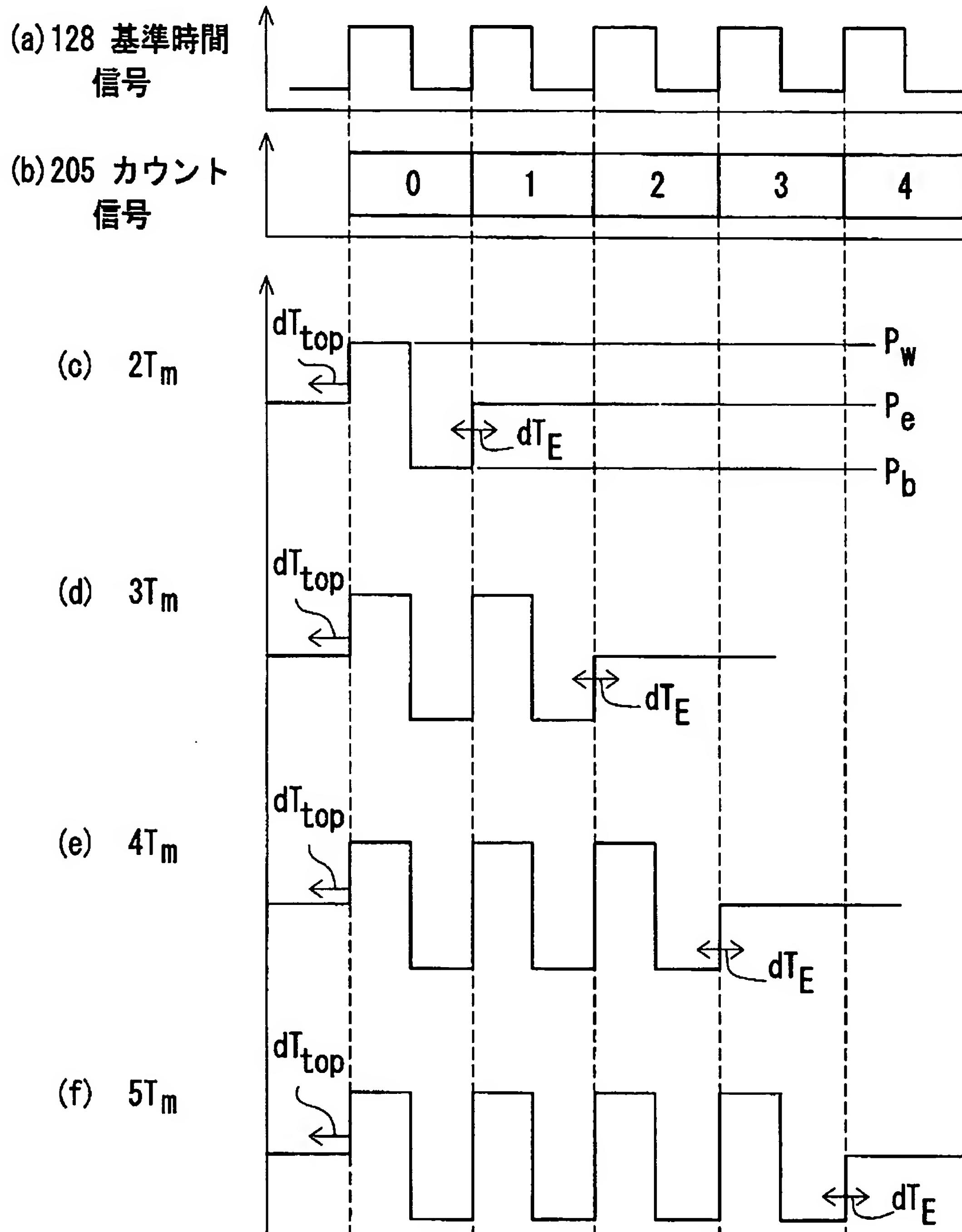
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000065

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G11B7/0045, 7/125

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G11B7/0045, 7/125

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-48362 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 18 February, 2000 (18.02.00), Full text; Figs. 1 to 9	1,3,5-6, 9-14,17-19, 21,23-24, 27-31
A	Full text; Figs. 1 to 9 & US 6631110 B1 & EP 0977184 A2 & BR 9902936 A & SG 0093212 A	2,4,7-8, 15-16,20,22, 25-26

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
12 April, 2005 (12.04.05)Date of mailing of the international search report
26 April, 2005 (26.04.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000065

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, X	JP 2005-92942 A (Hitachi, Ltd.), 07 April, 2005 (07.04.05), Full text; Figs. 1 to 9	1-7, 9-14, 17-25, 27-31
E, A	Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	8, 15-16, 26

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C1' G11B 7/0045, 7/125

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C1' G11B 7/0045, 7/125

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-48362 A (三星電子株式会社) 2000. 02. 18 全文、図1-9	1, 3, 5-6, 9-14, 17-19, 21, 23-24, 27-31
A	全文、図1-9 & US 6631110 B1 & US 2004/0156292 A	2, 4, 7-8, 15-16, 20, 22, 25-26

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12. 04. 2005

国際調査報告の発送日

26. 4. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

五賀 昭一

5D 9368

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C (続き) 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	& EP 0977184 A2 & CN 1245329 A & BR 9902936 A & RU 2195716 C & SG 0093212 A & ID 0025963 A	
E, X	JP 2005-92942 A (株式会社日立製作所) 2005. 04. 07 全文, 図1-9	1-7, 9-14, 17-25, 27-31
E, A	全文, 図1-9 (ファミリーなし)	8, 15-16, 26